

(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2009-31078
(P2009-31078A)

(43) 公開日 平成21年2月12日(2009.2.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 S 13/46 (2006.01)	GO 1 S 13/46	5 J 0 7 0
GO 1 S 13/87 (2006.01)	GO 1 S 13/87	
GO 1 S 13/50 (2006.01)	GO 1 S 13/50	A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2007-194202 (P2007-194202)	(71) 出願人	000002945 オムロン株式会社 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 801番地
(22) 出願日	平成19年7月26日 (2007.7.26)	(74) 代理人	100082131 弁理士 稲本 義雄
		(74) 代理人	100121131 弁理士 西川 孝
		(72) 発明者	横山 徹 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 801番地 オムロン株式会社内
		Fターム(参考)	5J070 AB01 AC02 AC06 AC13 AE01 AF03 BA01 BD01 BF16

(54) 【発明の名称】 検出装置および方法

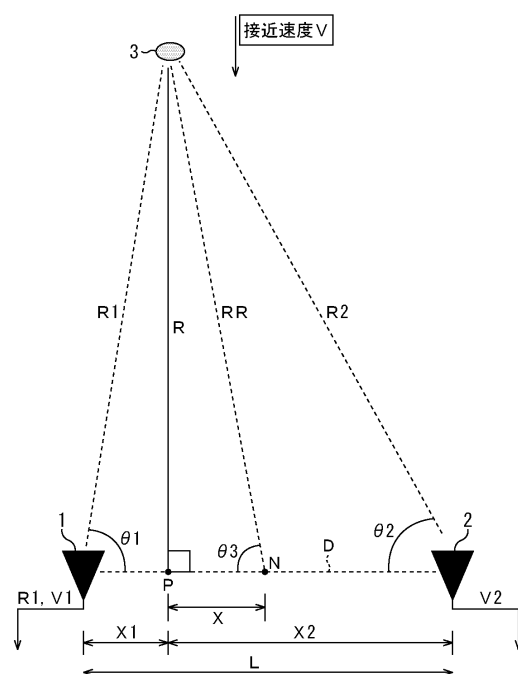
(57) 【要約】

【課題】 方向検出技術を簡便かつ精度よく実現できるようにする。

【解決手段】 速度距離センサ1は、目標物3と自身の間の直線距離を距離R1として検出し、自身の位置における目標物3の相対速度を速度V1として検出する。速度センサ2は、自身の位置における目標物3の相対速度を速度V2として検出する。かかる速度距離センサ1と速度センサ2とを搭載した検出装置は、距離R1、速度V1、および速度V2をパラメータ値として利用して、距離R、距離RR、角度θ3を演算し、角度θ3を目標物の方向として出力し、距離Rまたは距離RRを目標物の距離として出力する。本発明は、レーザレーダによる方向検出技術に適用可能である。

【選択図】 図1

図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

目標物を検出する検出装置において、

第 1 の位置における前記目標物の相対速度を第 1 の速度として検出する第 1 の速度検出手段と、

第 2 の位置における前記目標物の相対速度を第 2 の速度として検出する第 2 の速度検出手段と、

前記第 1 の位置と前記目標物との間の距離を検出する距離検出手段と、

前記第 1 の速度検出手段により検出された前記第 1 の速度、前記第 2 の速度検出手段により検出された前記第 2 の速度、および、前記距離検出手段により検出された前記距離をパラメータ値として利用して、三角法あるいは三角関数に基づいて前記検出装置に対する前記目標物の方向を検出する方向検出手段と

を備える検出装置。

【請求項 2】

前記方向検出手段は、前記第 1 の位置と前記第 2 の位置とを結んだ第 1 の線分と、前記目標物と前記第 1 の線分の midpoint とを結んだ第 2 の線分とがなす角度を、前記目標物の方向として検出する

請求項 1 に記載の検出装置。

【請求項 3】

前記方向検出手段は、さらに、前記目標物から前記第 1 の線分に対して下ろした垂線の長さ、または、前記第 2 の線分の長さを、前記検出装置と前記目標物との間の距離として検出する

請求項 2 に記載の検出装置。

【請求項 4】

前記第 1 の速度検出手段と前記距離検出手段とは、1 のレーダセンサで構成され、

前記第 2 の速度検出手段は、別のレーダセンサで構成される

請求項 1 に記載の検出装置。

【請求項 5】

目標物を検出する検出装置の検出方法において、

第 1 の位置における前記目標物の相対速度を第 1 の速度として検出し、

第 2 の位置における前記目標物の相対速度を第 2 の速度として検出し、

前記第 1 の位置と前記目標物との間の距離を検出し、

検出された前記第 1 の速度、検出された前記第 2 の速度、および、検出された前記距離をパラメータ値として利用して、三角法あるいは三角関数に基づいて前記検出装置に対する前記目標物の方向を検出する

ステップを含む検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、検出装置および方法に関し、特に、目標物の方向を検出する検出装置および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

前方の目標物を検出する検出装置として、従来、レーダセンサが知られている。このレーダセンサは、目標物までの距離や速度を検出することができる。

【0003】

さらに、近年、レーダセンサを用いて目標物の方向を検出する技術（以下、方向検出技術と称する）が研究、開発され続けている。

【0004】

例えば、電磁波の送出方向や受信方向、あるいはその双方の方向を機械的や電子的な方

10

20

30

40

50

法により可変し、目標物からの反射信号が大きくなったときのレーダセンサの放射方向や受信方向から目標物の方向を検出する技術がある。

【0005】

また例えば、フェーズドアレイ技術により指向方向を電子的に可変することで目標物の方向を検出する、といった方向検出技術がある。即ち、レーダセンサの出力を分配し、それぞれの入出力位相を可変して、複数のアンテナから送受信することによって、位相が一致した方向の目標物を見つける、といった方向検出技術がある。

【0006】

また例えば、特許文献1には、距離検出機能を有するレーダセンサを2台組み合わせて、それらの2台によりそれぞれ検出された各距離に基づいて目標物の方向を検出する、といった方向検出技術が開示されている。

10

【特許文献1】特開2006-125947

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、近年、方向検出技術を簡便かつ精度よく実現させることが要望されているが、前記のような従来の方角検出技術では、かかる要望に十分に応えることは困難である。

【0008】

例えば、送出方向や受信方向を変化させる方向検出技術では、長時間運転によって可動部に磨耗や変形が生じ、故障を招く恐れがあった。また、機構部品が必要となるため装置が大型化する傾向があった。

20

【0009】

また例えば、フェーズドアレイ技術を用いた方向検出技術では、移相回路部分が必要となることや、複数のアンテナを一定の間隔を開けて等間隔に配置せねばならない等の事情から回路が大規模になり、取り付け表面積が大きくならざるを得なかった。

【0010】

これらの技術では、システムや装置が複雑化したり高価格化していた。

【0011】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、簡便な方向検出技術を実現できるようにするものである。

30

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の一側面の検出装置は、第1の位置における前記目標物の相対速度を第1の速度として検出する第1の速度検出手段と、第2の位置における前記目標物の相対速度を第2の速度として検出する第2の速度検出手段と、前記第1の位置と前記目標物との間の距離を検出する距離検出手段と、前記第1の速度検出手段により検出された前記第1の速度、前記第2の速度検出手段により検出された前記第2の速度、および、前記距離検出手段により検出された前記距離をパラメータ値として利用して、三角法あるいは三角関数に基づいて前記検出装置に対する前記目標物の方向を検出する方向検出手段とを備える。

40

【0013】

これにより、簡便でいて精度がよい方向検出技術を実現するようになる。

【0014】

第1の速度検出手段と第2の速度検出手段とのそれぞれは、例えば速度検出機能を有する別々のレーダセンサにより構成される。距離検出手段は、例えば、第1の速度検出手段と同一のレーダセンサ、即ち、速度検出機能と距離検出機能を有するレーダセンサにより構成される。または、距離検出手段は、第1の速度検出手段と第2の速度検出手段とは別のレーダセンサ、即ち、距離検出機能を有するレーダセンサにより構成される。

【0015】

方向検出手段は、信号処理を行う回路や、ソフトウェアとしての信号処理を実行するコ

50

ンピュータ等で構成される。

【0016】

三角法あるいは三角関数に基づく方向の検出とは、第1の位置、第2の位置、および目標物の位置によって形成される三角形に対して、三角法、三角関数や幾何学などの定理や公式を適用することによって、目標物の角度、方位を算出することによって、目標物の方向を検出することをいう。

【0017】

前記方向検出手段は、前記第1の位置と前記第2の位置とを結んだ第1の線分と、前記目標物と前記第1の線分の midpoint とを結んだ第2の線分とがなす角度を、前記目標物の方向として検出することができる。

10

【0018】

これにより、より一段と簡単な計算手法を用いて目標物の方向の検出が可能になる。即ち、方向検出手段が回路で構成されている場合には、その回路規模を縮小できる。また、ソフトウェアを実行するコンピュータで方向検出手段が構成されている場合には、そのソフトウェアの規模を縮小できる。

【0019】

前記方向検出手段は、さらに、前記目標物から前記第1の線分に対して下ろした垂線の長さ、または、前記第2の線分の長さを、前記検出装置と前記目標物との間の距離として検出することができる。

【0020】

これにより、目標物の方向のみならず、その距離も外部に出力することが可能になる。

20

【0021】

前記第1の速度検出手段と前記距離検出手段とは、1のレーダセンサで構成され、前記第2の速度検出手段は、別のレーダセンサで構成されることができる。

【0022】

これにより、検出装置全体を、より簡素な構成で実現できる。

【0023】

本発明の一側面の検出方法は、目標物を検出する検出装置の検出方法であって、第1の位置における前記目標物の相対速度を第1の速度として検出し、第2の位置における前記目標物の相対速度を第2の速度として検出し、前記第1の位置と前記目標物との間の距離を検出し、検出された前記第1の速度、検出された前記第2の速度、および、検出された前記距離をパラメータ値として利用して、三角法あるいは三角関数に基づいて前記検出装置に対する前記目標物の方向を検出するステップを含む。

30

【発明の効果】

【0024】

以上のごとく、本発明によれば、前方の目標物の方向を検出する方向検出技術を提供できる。さらに、かかる方向検出技術を、簡便に実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

はじめに、図1を参照して、本発明が適用される手法（以下、単に本発明の手法と称する）について説明する。

40

【0026】

本発明の手法では、例えば図1に示されるように、目標物3の方向を検出すべく、距離Lの間隔でそれぞれ配置されたセンサ1とセンサ2とが利用される。なお、「例えば」と記述したのは、その他の場合にも、例えば後述する図12に示される場合にも本発明の手法が適用可能だからである。

【0027】

センサ1とセンサ2とは、例えば、自動車等のフロントバンパーの左右に設置されて、前方に存在する自動車や静止物体を目標物3として、その目標物3の方位、距離、相対速度などを検出することができる。このような検出情報に基づいて、衝突防止や定車間追従

50

走行などの車両制御が行われる。なお、右の内容はあくまでも例示であり、センサ 1、センサ 2 の設置場所は特に限定されない。また、車両制御も右の内容に特に限定されない。

【0028】

センサ 1 は、自身と目標物 3 との間の直線距離を距離 R_1 として検出し、自身の位置における目標物 3 の相対速度を速度 V_1 として検出する。即ち、センサ 1 は、距離検出機能と速度検出機能とを少なくとも有していれば足り、その構成は特に限定されない。なお、センサ 1 の具体的構成例は、図 3 を参照して後述する。

【0029】

一方、センサ 2 は、自身の位置における目標物 3 の相対速度を速度 V_2 として検出する。即ち、センサ 2 は、距離検出機能は特に必須でなく、速度検出機能を少なくとも有していれば足り、その構成は特に限定されない。なお、センサ 2 の具体的構成例は、図 4 を参照して後述する。

10

【0030】

なお、以下、個々の特徴を強調すべく、センサ 1 を特に速度距離センサ 1 と称し、センサ 2 を特に速度センサ 2 と称する。

【0031】

ここで、目標物 3 が、速度距離センサ 1 と速度センサ 2 とを結んだ線分 D 、即ち長さ L の線分 D に対して垂直方向の速度成分 V (以下、接近速度 V と称する) を持っているとする。

【0032】

この場合、速度距離センサ 1 の検出速度 V_1 、速度センサ 2 の検出速度 V_2 、および、接近速度 V の関係は、式 (1) に示される通りとなる。

20

【0033】

$$V_1 / \sin \theta_1 = V_2 / \sin \theta_2 = V \quad \dots (1)$$

【0034】

なお、式 (1) において、 θ_1 は、速度距離センサ 1 と目標物 3 とを結ぶ線分、即ち、図 1 中距離 R_1 の線分と、線分 D とのなす角度を示している。 θ_2 は、速度センサ 2 と目標物 3 とを結ぶ線分、即ち、図 1 中距離 R_2 の線分と、線分 D とのなす角度を示している。

【0035】

式 (1) の関係から、速度距離センサ 1 の検出速度 V_1 と、速度センサ 2 の検出速度 V_2 とのそれぞれは、次の式 (2)、(3) のそれぞれのように表せる。

30

【0036】

$$V_1 = V \times \sin \theta_1 \quad \dots (2)$$

$$V_2 = V \times \sin \theta_2 \quad \dots (3)$$

【0037】

さらに、式 (2)、(3) から、次の式 (4) の関係が導き出せる。

$$V_1 : V_2 = \sin \theta_1 : \sin \theta_2 \quad \dots (4)$$

【0038】

また、図 1 に示されるように、目標物 3 から線分 D に下ろした垂線の長さ (距離) を R と記述し、目標物 3 と速度センサ 2 との直線距離を R_2 と記述すると、次の式 (5)、(6) の関係が成り立つ。

40

【0039】

$$\sin \theta_1 = R / R_1 \quad \dots (5)$$

$$\sin \theta_2 = R / R_2 \quad \dots (6)$$

【0040】

さらに、式 (5)、(6) から、次の式 (7) の関係が導き出される。

【0041】

$$(1 / R_1) : (1 / R_2) = \sin \theta_1 : \sin \theta_2 \quad \dots (7)$$

【0042】

50

従って、式(4)、(7)から、次の式(8)の関係があることがわかる。

【0043】

$$V1 : V2 = (1/R1) : (1/R2) \dots (8)$$

【0044】

式(8)は、次の式(9)のように変形することができる。

$$V1/V2 = (1/R1)/(1/R2) = R2/R1$$

$$R2 = R1 \times (V1/V2) \dots (9)$$

【0045】

式(9)は、速度センサ2に距離R2を検出する距離検出機能が無くとも、速度V2を検出する速度検出機能さえあれば、速度距離センサ1の検出距離R1と検出速度V1を組み合わせることで、距離R2を求めることができる、ということを意味している。

10

【0046】

このようにして距離R1と距離R2とが得られれば、後は次のような手法により、目標物3の方向を求めることができる。

【0047】

即ち、例えば図1に示されるように、目標物3から線分Dに下ろした垂線と、線分Dとの交点をPと記述し、速度距離センサ1から点Pまでの距離をX1と記述し、速度センサ2から点Pまでの距離をX2と記述するとする。

【0048】

この場合、3平方の定理などから、次の式(10)乃至(13)が導き出せる。

20

【0049】

$$R1^2 = R^2 + X1^2 \dots (10)$$

$$R2^2 = R^2 + X2^2 \dots (11)$$

$$L = X1 + X2 \dots (12)$$

$$X1 = L - X2 \dots (13)$$

【0050】

これらの式(10)乃至(13)を整理すると、次の式(14)、(15)のように表される。

【0051】

$$X2 = (-R1^2 + R2^2 + L^2) / 2L \dots (14)$$

$$X1 = (R1^2 - R2^2 + L^2) / 2L \dots (15)$$

30

【0052】

ここで、例えば図1に示されるように、線分Dの中点をNと記述し、目標物3から中点Nまでの距離をRRと記述し、この目標物3と中点Nとを結ぶ線分、即ち、長さRRの線分と線分Dとのなす角度を θ と記述し、点Nから点Pまでの距離をXと記述するとする。

【0053】

この場合、距離Xは、次の式(16)のように表される。

【0054】

$$X = X1 - L/2 \dots (16)$$

40

【0055】

ただし、式(16)においては、中点Nを原点とし、図1中左方向をマイナスとしている。

【0056】

この場合、角度 θ は、次の式(17)のように表される。

【0057】

$$\theta = \tan^{-1}(R/X) \dots (17)$$

【0058】

式(17)において、Rは、目標物3から線分Dに下ろした垂線の長さを示しており、三平方の定理から、次の式(18)または(19)のように表される。

50

【 0 0 5 9 】

$$R = (R_1^2 - X_1^2) \quad \dots (18)$$

$$R = (R_2^2 - X_2^2) \quad \dots (19)$$

【 0 0 6 0 】

以上のことから、速度距離センサ 1 の検出速度 V_1 および検出距離 R_1 、並びに、速度センサ 2 の検出速度 V_2 が得られれば、これら 3 つの値をパラメータ値として利用して上述した式 (9) および (15) 乃至 (19) を演算することで、角度 θ_3 を求めること、即ち、この角度 θ_3 を目標物 3 の方向として検出することが可能になる。

【 0 0 6 1 】

また、速度距離センサ 1 と速度センサ 2 とが車両横方向に対して対称となるように自動車のフロントバンパーに設置された場合には、自動車の中央部からの角度として θ_3 が算出できるので、自動車の制御に用いるデータとしては適している場合がある。

10

【 0 0 6 2 】

さらに言えば、上述した式 (1) 乃至 (19) による角度 θ_3 を求める手法は単なる例示であり、速度距離センサ 1 の検出速度 V_1 および検出距離 R_1 、並びに、速度センサ 2 の検出速度 V_2 が得られれば、これらの 3 つの検出値をパラメータ値として利用する別の手法によって、角度 θ_3 を求めてもよい。

【 0 0 6 3 】

また、式 (9) で求めた算出距離 R_2 と計測した計測距離 R_1 およびセンサ間隔である距離 L に余弦定理を用いて、角度 θ_1 や角度 θ_2 を求めるようにしてもよい。

20

【 0 0 6 4 】

即ち、本発明の手法とは、速度距離センサ 1 の検出速度 V_1 および検出距離 R_1 、並びに、速度センサ 2 の検出速度 V_2 をパラメータ値として利用する所定の演算により目標物の方向を検出する、といった手法である。この場合、所定の演算は、検出速度 V_1 、検出距離 R_1 、および、検出速度 V_2 をパラメータ値として利用するものであれば特に限定されず、そのうちの一例が上述した式 (1) 乃至 (19) による演算であり、その結果、角度 θ_3 が目標物の方向として演算されるのである。

【 0 0 6 5 】

上述した演算を技術思想的に言えば次のようになる。

【 0 0 6 6 】

センサ 1 とセンサ 2 と目標物 3 とを頂点とする三角形を考える。三角法や三角関数の定理や公式および導出される式を用いて表現される上述した三角形の角度と辺の長さの関係式、並びに、検出情報、即ち検出速度 V_1 、検出速度 V_2 、および検出距離 R_1 を利用して、距離 R_2 が算出される。

30

【 0 0 6 7 】

検出距離 R_1 および算出距離 R_2 、並びに、上述した三角形の角度と辺の長さとを表す関係式を利用して、目標物 3 と線分 D の中点とを結ぶ線分と、線分 D とのなす角度 θ_3 が、目標物 3 の方向として算出される。なお、目標物 3 の方向の表現形態や算出に使用する要素は、上述した例に特に限定されない。例えば、三角形の各角度を採用してもよいし、その三角形に補助線を引くことによって生まれた新たな角度や辺を採用してもよい。

40

【 0 0 6 8 】

また、距離 R_R は、次の式 (20) のように表される。

【 0 0 6 9 】

$$R_R = (R^2 + X^2) \quad \dots (20)$$

【 0 0 7 0 】

従って、速度距離センサ 1 の検出速度 V_1 および検出距離 R_1 、並びに、速度センサ 2 の検出速度 V_2 といった 3 つのパラメータ値が得られれば、上述した式 (20) を利用することで距離 R_R が求められ、また上述した式 (18) または (19) を利用することで距離 R が求められることになる。この場合、距離 R または距離 R_R を、目標物 2 の距離として出力することも可能になる。

50

【 0 0 7 1 】

以上図 1 を用いて説明した本発明の手法が適用された検出装置の一実施の形態が図 2 に示されている。即ち、図 2 は、本発明が適用される検出装置の構成例を示すブロック図である。

【 0 0 7 2 】

図 2 の例の検出装置 1 1 は、上述した速度距離センサ 1 と速度センサ 2 とに加えて、演算部 2 1 を含むように構成されている。

【 0 0 7 3 】

図 3 乃至図 5 のそれぞれは、速度距離センサ 1、速度センサ 2、および、演算部 2 1 のそれぞれの詳細な構成例を示すブロック図である。

10

【 0 0 7 4 】

図 3 の例の速度距離センサ 1 は、発振部 3 1 乃至速度出力部 4 0 を含むように構成されている。

【 0 0 7 5 】

発振部 3 1 の出力信号は分配部 3 2 に提供される。分配部 3 2 の出力信号 a (図 6 参照) は変調部 3 3 と混合部 3 7 とのそれぞれに提供される。変調部 3 3 の出力信号 c (図 8 参照) は送信部 3 4 に提供される。パルス発振部 3 5 の出力信号 b (図 7 参照) は変調部 3 3 と時間差計測部 3 8 とにそれぞれ提供される。受信部 3 6 の出力信号 d (図 9 参照) は混合部 3 7 に提供される。詳細については後述するが、受信部 3 6 の出力信号 d と分配部 3 2 の出力信号 a とが混合部 3 7 において混合されて、その結果得られる混合信号 e (図 9 や図 1 0 参照) が時間差計測部 3 8 に提供される。さらに、混合部 3 7 において、その混合信号 e から低周波成分が抽出され、その結果得られる信号 e 1 (図 1 0 参照) が速度出力部 4 0 に提供される。速度出力部 4 0 は検出速度 V 1 を出力する。一方、距離出力部 3 9 は検出距離 R 1 を出力する。

20

【 0 0 7 6 】

なお、発振部 3 1 乃至速度出力部 4 0 の詳細については、例えば各機能等については、後述する速度距離センサ 1 の動作の説明の際に併せて説明する。

【 0 0 7 7 】

図 4 の例の速度センサ 2 は、発振部 5 1 乃至速度出力部 5 6 を含むように構成されている。

30

【 0 0 7 8 】

発振部 5 1 の出力信号は分配部 5 2 に提供される。分配部 5 2 の出力信号は送信部 5 3 と混合部 5 5 とのそれぞれに提供される。受信部 5 4 の出力信号は混合部 5 5 に提供される。混合部 5 5 の出力信号は速度出力部 5 6 に提供される。速度出力部 5 6 は検出速度 V 2 を出力する。

【 0 0 7 9 】

なお、発振部 5 1 乃至速度出力部 5 6 の詳細については、例えば各機能等については、後述する速度センサ 2 の動作の説明の際に併せて説明する。

【 0 0 8 0 】

図 5 の例の演算部 2 1 は、パーソナルコンピュータとして構成されている。

40

【 0 0 8 1 】

図 5 において、CPU (Central Processing Unit) 1 0 1 は、ROM (Read Only Memory) 1 0 2 に記録されているプログラム、または記憶部 1 0 8 から RAM (Random Access Memory) 1 0 3 にロードされたプログラムに従って各種の処理を実行する。RAM 1 0 3 にはまた、CPU 1 0 1 が各種の処理を実行する上において必要なデータなども適宜記憶される。

【 0 0 8 2 】

CPU 1 0 1、ROM 1 0 2、および RAM 1 0 3 は、バス 1 0 4 を介して相互に接続されている。このバス 1 0 4 にはまた、入出力インタフェース 1 0 5 も接続されている。

【 0 0 8 3 】

入出力インタフェース 1 0 5 には、キーボード、マウスなどよりなる入力部 1 0 6、デ

50

ディスプレイなどよりなる出力部 107、ハードディスクなどより構成される記憶部 108、および、モデム、ターミナルアダプタなどより構成される通信部 109 が接続されている。

【0084】

例えば、例えば通信部 109 は、本実施の形態では、速度距離センサ 1 の検出速度 V_1 および検出距離 R_1 、並びに速度センサ 2 の検出速度 V_2 を受信し、CPU 101 等に提供する。

【0085】

また、図示はしないが、通信部 109 は、インターネットを含むネットワークを介して他の装置との間で行う通信を制御することもできる。即ち、演算部 21 の検出結果である角度 θ_3 等は、出力部 107 から出力されてもよいし、通信部 109 から出力されてもよい。

10

【0086】

入出力インタフェース 105 にはまた、必要に応じてドライブ 110 が接続され、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、或いは半導体メモリなどよりなるリムーバブル記録媒体 111 が適宜装着され、それらから読み出されたコンピュータプログラムが、必要に応じて記憶部 108 にインストールされる。

【0087】

なお、演算部 21 は、図 5 の例ではパーソナルコンピュータにより構成されたが、図 5 の例に限定されず、例えば検出装置 11 が自動車等に搭載される場合には小型化を目的として、マイクロコンピュータや専用のハードウェア回路等により構成してもよい。

20

【0088】

次に、かかる図 2 乃至図 5 の構成の検出装置 11 の動作例について説明する。

【0089】

図 2 において、速度距離センサ 1 は、検出速度 V_1 と検出距離 R_1 とを演算部 21 に提供する。一方、速度センサ 2 は、検出速度 V_2 を演算部 21 に提供する。

【0090】

すると、演算部 21 は、速度距離センサ 1 の検出速度 V_1 および検出距離 R_1 、並びに、速度センサ 2 の検出速度 V_2 をパラメータ値として利用する所定の演算を行い、角度 θ_3 を求め、また、距離 R または距離 R_R を求める。そして、演算部 21 は、三角法あるいは三角関数に基づいて角度 θ_3 を目標物 3 の方向として出力し、また、距離 R または距離 R_R を目標物 3 の距離として出力する。

30

【0091】

より具体的には例えば、演算部 21 は、検出速度 V_1 、検出距離 R_1 、および、検出速度 V_2 をパラメータ値として上述した式 (9) に代入して演算することで、距離 R_2 を求める。

【0092】

次に、演算部 21 は、求められた距離 R_2 と検出距離 R_1 とを式 (14)、式 (15)、式 (18) 等にそれぞれ代入して演算することで、距離 X_1 、 X_2 、距離 R のそれぞれを求める。

40

【0093】

そして、演算部 21 は、距離 X_1 を式 (16) に代入して演算することで距離 X を求め、その距離 X と上述した距離 R とを式 (17)、(20) にそれぞれ代入して演算することで角度 θ_3 、距離 R_R のそれぞれを求める。

【0094】

さらに以下、速度センサ 2 と速度距離センサ 1 の動作例の詳細についてその順番で説明していく。

【0095】

はじめに、図 4 の速度センサ 2 の動作例の詳細について説明する。

【0096】

50

発振部 5 1 は、例えば、次の式 (2 1) で示される信号 E_t を発振し、分配部 5 2 に提供する。

【 0 0 9 7 】

$$E_t = e_t \cdot \cos(2 \pi f t + \theta) \quad \dots (21)$$

【 0 0 9 8 】

式 (2 1) において、 e_t は振幅を示し、 f は搬送波周波数を示し、 θ は所定の位相を示している。

【 0 0 9 9 】

この信号 E_t は、分配部 5 2 により分配され、送信部 5 3 と混合部 5 5 とにそれぞれ提供される。送信部 5 3 に提供された信号 E_t は電波として放射され、図 1 の目標物 3 で反射される。この反射信号は、受信部 5 4 に受信されて混合部 5 5 に提供される。

10

【 0 1 0 0 】

ここで、受信部 5 4 における受信信号を E_r と記述すると、受信信号 E_r は式 (2 2) のように表される。

【 0 1 0 1 】

$$E_r = e_r \cdot \cos(2 \pi (f + f_d) t + \phi) \quad \dots (22)$$

【 0 1 0 2 】

式 (2 2) において、 e_r は振幅を示し、 f_d はドップラ周波数を示し、 ϕ は所定の位相を示している。

【 0 1 0 3 】

20

ドップラ周波数 f_d は、次の式 (2 3) のように表される。

【 0 1 0 4 】

$$f_d = 2 \times f \times (v / C) \quad \dots (23)$$

【 0 1 0 5 】

式 (2 3) において、 C は電磁波の伝播速度であって、光速である。また、 v は、目標物 3 の速度である。なお、図 1 の接近速度 V と区別するために、式 (2 3) では小文字の v を使用している。

【 0 1 0 6 】

例えば、速度センサ 2 が電波を利用している場合であって、搬送波周波数 f が 3 0 G H z であり、移動速度 v が秒速 1 m であった場合には、ドップラ周波数 f_d は、次の式 (2 4) に示されるように 2 0 0 H z となる。

30

【 0 1 0 7 】

$$f_d = 2 \times 30 \times 10^9 \times (1 / (3 \times 10^8)) = 200 \text{ Hz} \quad \dots (24)$$

【 0 1 0 8 】

混合部 5 5 は、受信部 5 4 からの受信信号 E_r と、分配部 5 2 からの信号 E_t 、即ち送信信号 E_t とを混合し、その結果得られる混合信号を速度出力部 5 6 に提供する。

【 0 1 0 9 】

ここで、混合部 5 5 が、入出力特性が 2 乗特性になった回路で構成されているとし、混合信号を E_{mix} と記述すると、混合信号 E_{mix} は次の式 (2 5) のように表される。

【 0 1 1 0 】

40

$$\begin{aligned} E_{mix} &= (E_t + E_r)^2 \\ &= (1/2)(e_t^2 + e_r^2 + e_t \cos(2 \pi f t + \theta) + e_r \cos(2 \pi (f + f_d) t + \phi) \\ &\quad + e_t e_r (\cos(2 \pi f_d t + \phi - \theta) - \sin(2 \pi f t + \theta) \sin(2 \pi (f + f_d) t + \phi))) \quad \dots (25) \end{aligned}$$

【 0 1 1 1 】

さらに、混合部 5 5 が上述した式 (2 5) の低周波成分を抜き出すフィルタ等を設けている場合には、そのフィルタにより低周波成分が抜き出された混合信号 E_{mix} 、具体的には次の式 (2 6) で示される混合信号 E_{mix} が出力される。

【 0 1 1 2 】

$$E_{mix} = (1/2)(e_t^2 + e_r^2) + e_t e_r \cos(2 \pi f_d t + \phi - \theta) \quad \dots (26)$$

【 0 1 1 3 】

50

式(26)から明らかなように、低周波成分が抜き出された混合信号 E_{mix} は、ドップラ周波数 f_d に一致した周波数を有する電気信号となっている。

【0114】

そこで、速度出力部56は、この低周波成分が抜き出された混合信号 E_{mix} の周波数を計測することでドップラ周波数 f_d を検出し、そのドップラ周波数 f_d を上述した式(23)に代入して逆算することで速度 v を求め、その速度 v を検出速度 V_2 として出力する。

【0115】

なお、速度出力部56における混合信号 E_{mix} の周波数の計測手法は、特に限定されず、例えば、一定時間に振幅の変化が何回あったかを計数する手法や、信号周期を計測してその逆数を周波数とする手法等を採用できる。

【0116】

以上、図4の速度センサ2の動作例の詳細について説明した。次に、図3の速度距離センサ1の動作例の詳細について説明する。

【0117】

例えば本実施の形態では、発振部31は、マイクロ波を発振するとする。

【0118】

このマイクロ波は、分配部32により分配され、例えば図6の形態の出力信号 a として、変調部33と混合部37とに提供される。

【0119】

また、パルス発振部35は、例えば図7の形態のパルス信号を発振しそれを出力信号 b として、変調部33と時間差計測部38に提供する。

【0120】

変調部33は、分配部32の出力信号 a をパルス発振部35の出力信号 b により変調し、その結果得られる変調信号、例えば図8に示されるような振幅が変調された変調信号を出力信号 c として送信部34に提供する。この変調部33の出力信号 c は、送信部34において電波として放射される。そこで、以下、変調部33の出力信号 c を送信信号 c と称する。送信信号 c は、図1の目標物3で反射され、その反射信号は、受信部36に受信されて受信信号 d として混合部37に提供される。

【0121】

この場合、送信信号 a が、速度距離センサ1から送信されて、目標物3で反射されて、反射信号として速度距離センサ1に受信されるまでの経過時間を T と記述した場合、電波の伝播速度は光速 C であるので、経過時間 T は次の式(27)で示される。

【0122】

$$T = 2R_1 / C \quad \dots (27)$$

【0123】

即ち、速度距離センサ1に受信される反射信号、即ち、受信部36からの受信信号 d は、現在の時刻より経過時間 T だけ以前に発射された信号と等価な信号である。具体的には例えば、受信信号 d の形態は図9に示されるようになる。

【0124】

この場合、混合部37は、受信部36からの受信信号 d と、分配部32からの送信信号 a とを混合し、その結果得られる図9の形態の混合信号を出力信号 e として、時間差計測部38に提供する。

【0125】

時間差計測部38は、図9に示されるように、パルス発振部35の出力信号 b の各パルスと、混合部37の出力信号 e の各パルスとを比較することで、それらの時間差 T 、即ち、式(27)でいう経過時間 T を計測し、その計測結果を距離出力部39に通知する。

【0126】

距離出力部39は、時間差計測部38から通知された時間 T を、式(27)に代入して逆算することで、即ち次の式(28)に代入して演算することで、検出距離 R_1 を求めて

10

20

30

40

50

出力する。

【0127】

$$R1 = (C \times T) / 2 \quad \dots (28)$$

【0128】

また、目標物3が速度を持っていた場合、受信信号dは速度に応じたドップラシフトを受けている。このドップラ成分は、送信信号aと受信信号dとの混合信号e、即ち、混合部37から時間差計測部38に提供される混合信号eの低周波成分として出現する。このことは、図4の速度センサ2の混合部55の動作として説明した原理と同原理である。

【0129】

従って、混合部37が混合信号eの低周波成分を抜き出すフィルタ等を設けている場合には、そのフィルタにより低周波成分が抜き出された混合信号e1、具体的には例えば図10の形態の混合信号e1が出力される。即ち、混合信号e1は、ドップラ周波数fdに一致した周波数を有する電気信号となっている。

10

【0130】

そこで、図3の速度出力部40は、図4の速度出力部50と同様に、この混合信号e1の周波数を計測することでドップラ周波数fdを検出し、そのドップラ周波数fdを上述した式(23)に代入して逆算することで速度vを求め、その速度vを検出速度V1として出力する。

【0131】

以上、図4の速度センサ2と図3の速度距離センサ1との各動作例の詳細について説明した。

20

【0132】

ここで、本発明が適用される図2の検出装置11(以下、単に本発明の検出装置11と称する)と、上述した特許文献1の従来 of 検出装置(以下、単に従来の検出装置と称する)との比較を行う。

【0133】

図11は、従来 of 検出装置による方向検出手法を説明する図である。図11に示されるように、従来 of 検出装置は、送受信回路1-1, 1-2を有しており、送受信回路1-1と目標物3との検出距離R1と送受信回路1-2と目標物3の検出距離R2とを利用して角度を演算し、目標物3の方向として求めるものである。換言すると、距離センサとして機能する2つの送受信回路1-1, 1-2を用いて、各距離センサで検出した目標物3との距離R1, R2に基づいて角度を算出する手法が、従来 of 検出装置による方向検出手法である。

30

【0134】

このように、従来 of 検出装置は、2つの距離センサを含むように構成されているのに対して、本発明の検出装置11は、1つの速度距離センサ1と1つの速度センサ2とを含むように構成されている点が、異なる点のひとつである。即ち、本発明の検出装置11は、従来 of 検出装置で必要であった距離R2の検出機能は不要であるため、距離センサの代わりに速度センサ2を搭載すればよい点が、異なる点のひとつである。

40

【0135】

一般的に距離センサは速度センサよりも構成が複雑であり、コストが高いという特徴がある。従って、本発明の検出装置11は、従来 of 検出装置と比較して、距離センサとして機能する送受信回路1-2の代わりに速度センサ2を搭載することができる分、安価で簡素に構成できる。

【0136】

また、特許文献1の検出装置のように電波をパルスとして送信して、そのパルスが目標物に反射して受信するまでの時間を計測することによって目標物との距離を計測する距離センサには、距離計測分解能をある程度細かくしないと、正しく目標物の方向を知ることができない場合がある、という問題点が存在する。以下、この問題点について、具体的数値例によって説明する。

50

【 0 1 3 7 】

例えば、従来の検出装置の距離分解能は、図 3 のパルス発振部 3 5 で発生されるパルス幅によって定まる。パルス幅が細くなれば距離分解能を向上させることができるが、一方で、送信部 3 4 から発射される電波などの放射線が占有する帯域幅は広がってしまう。

【 0 1 3 8 】

媒体として電波を使用する場合、帯域幅が広がった信号が放射されると、近隣の無線局に妨害を与えることがあるので、帯域幅は法令によって厳しく制限されている。帯域幅 (BW) を法令数値の範囲内に抑えるため、パルス発振部で発生させる信号のパルス幅 (PW) は概ね次の式 (29) によって制限される。

【 0 1 3 9 】

$$PW > 1.2 / BW \quad \dots (29)$$

【 0 1 4 0 】

例えば、電波法施行規則第 6 条 4 項、および、平成元年 1 月 27 日 郵政省告示第 42 号に規定される「移動体検知センサ」(主として移動する人又は物体の状況を把握するため、それに関する情報(対象物の存在、位置、動き、大きさ等)を高精度で取得するために使用するものであって、無線標定業務を行うものをいう。)の場合、占有周波数帯域幅は 40 MHz ないしは 76 MHz に制限されている。

【 0 1 4 1 】

例えば、76 MHz の規定を利用した場合は式 (29) から、 $PW > 1.2 / 76 \text{ MHz} = 15.8 \text{ ns}$ となる。

【 0 1 4 2 】

また、従来の検出装置の距離分解能 R とパルス幅 PW の関係は、次の式 (30) のように表される。なお、式 (30) において C は光速を示している。

【 0 1 4 3 】

$$R = PW \times C / 2 \quad \dots (30)$$

【 0 1 4 4 】

従って、パルス幅 PW がおおよそ 15.8 ns であったので、距離分解能はおおよそ $R = 2.4 \text{ m}$ となり、分解能は 2.4 m 以下に縮めることが出来ない制限を受けることになる。

【 0 1 4 5 】

占有帯域幅の法令制限数値は国によって異なるものの、他の無線局に妨害を与えないために、あるいは電波の有効利用のために、占有帯域幅は狭いほど望ましいとされることについては普遍性がある。

【 0 1 4 6 】

速度センサ 2 は、上述したようにドップラシフトから速度を検出するので、これまで説明してきた各数式から明らかなように、帯域幅による制約を何ら受けることが無く、即ち、狭い帯域幅の電波を使用しても、速度検出分解能を向上させることが可能である。

【 0 1 4 7 】

例えば、速度センサ 2 が、搬送波周波数が 30 GHz の電波を使用するレーダセンサで構成される場合、目標物 3 の移動速度 v が秒速 1 m であれば、上述した式 (24) から、ドップラ周波数 f_d は 200 Hz となる。

【 0 1 4 8 】

ここで仮に、目標物 3 の移動速度 v が 1% だけ速い、秒速 1.01 m であれば、同様に上述した式 (23) を利用して計算すると、ドップラ周波数 f_d は 202 Hz となる。

【 0 1 4 9 】

上述したように、図 4 の速度出力部 5 6 は、混合部 5 5 の出力信号の周波数、即ち、ドップラ周波数 f_d を計測することで速度 V 2 を演算するが、この周波数の計測手法としては、一定時間に振幅の変化が何回あったかを計数する手法と、信号周期を計測してその逆数を周波数とする手法とのうちの何れか一方が採用されることが多い。

【 0 1 5 0 】

10

20

30

40

50

例えば、ドップラ周波数 f_d として前出の 200 Hz と 202 Hz を識別する場合は、幅変化を計数する手法が採用された速度出力部 56 では、前者については 1 秒間に 200 回、後者については 202 回の振幅変化が起こるので、これらの振幅変化をカウントすることによってそれぞれの周波数を計測することができる。

【0151】

また、周期を計測する手法が採用された速度出力部 56 では、 200 Hz の場合は周期が 5 ms であり、 202 Hz の場合は周期が 4.95 ms であるので、周期計測分解能が 0.05 ms 以下となるような計測手法を執れば、両者を弁別するのに必要な分解能を得ることができる。具体的には、速度出力部 56 は 20 kHz 以上の周期分解能で計測することになる。具体的には例えば、速度出力部 56 は、周波数を計測したい信号（図 4 の例では混合部 55 の出力信号）の立ち上がりエッジをトリガに、 20 kHz 以上の周波数で動作するカウンタを起動させ、次の立ち上がりエッジでカウンタを停止させる。そして、速度出力部 56 は、このときのカウンタ値に、カウンタの動作周波数の逆数を乗じることによって、披計測信号の周期を算出することができる。

10

【0152】

周波数分解能を高めるためには、振幅変化を計数する手法による場合は、計数時間を長くすればよい。一方、周期を計測する手法による場合は、周期分解能が細かい、即ち高速で動作する計時カウンタを用いればよい。

【0153】

従って、速度センサ 2 は、いずれの手法を採用する場合でも、送信部 53 から発射する電波の帯域幅に影響を与えることなく、周波数分解能、すなわち速度分解能を向上させることができる。

20

【0154】

換言すると、帯域幅に影響を受けない速度センサ 2 を利用する本発明の検出装置 11 を使用して方向検出を行うことは、分解能の面からも、簡便性の面からも好適である。即ち、厳しい占有帯域幅制限が存在しても、従来に比較し、簡便な構成の本発明の検出装置 11 によって、目標物 3 の方向を容易に知ることが可能となる。

【0155】

さらに言えば、図 11 の従来 of 検出装置との比較を容易にするため、図 2 の例の検出装置 11 は、速度距離センサ 1 を有していた。しかしながら、本発明が適用される検出装置は、上述したように、図 1 において、目標物 3 の距離 R_1 、目標物 3 の速度 V_1 、および目標物 3 の速度 V_2 を少なくとも検出し、これらの検出結果をパラメータ値として利用して目標物の方向を検出する装置であれば足り、その構成は特に限定されない。

30

【0156】

具体的には例えば、図 12 に示されるように、図 2 の例の検出装置 11 に対して、速度距離センサ 1 の代わりに、速度 V_1 のみを検出する速度センサ 151 と、距離 R_1 のみを検出する距離センサ 152 とを個別に搭載した検出装置もまた、本発明が適用される検出装置の一実施の形態である。この距離センサ 152 が電波を用いない方式、例えばレーザー光を用いた場合には、前述した占有帯域幅制限が無くなるため、より精度の高い角度・方位の検出が可能となる。

40

【0157】

さらに、目標物 3 の方向の検出範囲は図 1 や図 12 の例では 2 次元平面上の範囲内であるが、速度センサ 2 と同様のセンサをさらに用意して、上述した 2 次元平面上以外の場所に 1 以上設置することで、その検出範囲を 3 次元に拡張することも可能になる。

【0158】

ところで、上述した一連の処理、例えば、演算部 21 の処理は、ソフトウェアにより実行させることもできるし、ハードウェアにより実行させることができる。即ち、上述した例では、演算部 21 は図 5 の構成のコンピュータで構成されるとしたため、その処理はソフトウェアにより実行される。ただし、演算部 21 の構成は、上述したように、図 5 の例に限定されず、ソフトウェアにより実行させるべくマイクロコンピュータで構成してもよ

50

いし、或いは、ハードウェア回路で構成してもよい。

【0159】

また、上述した一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどに、ネットワークや記録媒体からインストールされる。

【0160】

このようなプログラムを含む記録媒体は、例えば図5に示されるように、装置本体とは別に、ユーザにプログラムを提供するために配布される、プログラムが記録されている磁気ディスク（フロッピディスクを含む）、光ディスク（CD-ROM(Compact Disk-Read Only Memory)、DVD(Digital Versatile Disk)を含む）、光磁気ディスク（MD(Mini-Disk)を含む）、もしくは半導体メモリなどよりなるリムーバブルメディア（パッケージメディア）111により構成されるだけでなく、装置本体に予め組み込まれた状態でユーザに提供される、プログラムが記録されているROM102や、記憶部108に含まれるハードディスクなどで構成される。

10

【0161】

なお、本明細書において、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステップは、その順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

20

【図面の簡単な説明】

【0162】

【図1】本発明が適用される手法を説明する図である。

【図2】本発明が適用される検出装置の一実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図3】図1の検出装置の速度距離センサの詳細な構成例を示すブロック図である。

【図4】図1の検出装置の速度センサの詳細な構成例を示すブロック図である。

【図5】図1の検出装置の演算部の詳細な構成例を示すブロック図である。

【図6】図3の分配部の出力信号の例を示す図である。

【図7】図3のパルス発振部の出力信号の例を示す図である。

【図8】図3の変調部の出力信号の例を示す図である。

30

【図9】図3の速度距離センサの動作例を説明するタイミングチャートである。

【図10】図3の混合部の出力信号の例を示す図である。

【図11】従来を検出装置を説明する図である。

【図12】本発明が適用される検出装置の別の実施の形態を説明する図である。

【符号の説明】

【0163】

- 1 距離速度センサ
- 2 速度センサ
- 3 目標物
- 11 検出装置
- 21 演算部
- 31 発振部
- 32 分配部
- 33 変調部
- 34 送信部
- 35 パルス発振部
- 36 受信部
- 37 混合部
- 38 時間差計測部
- 39 距離出力部

40

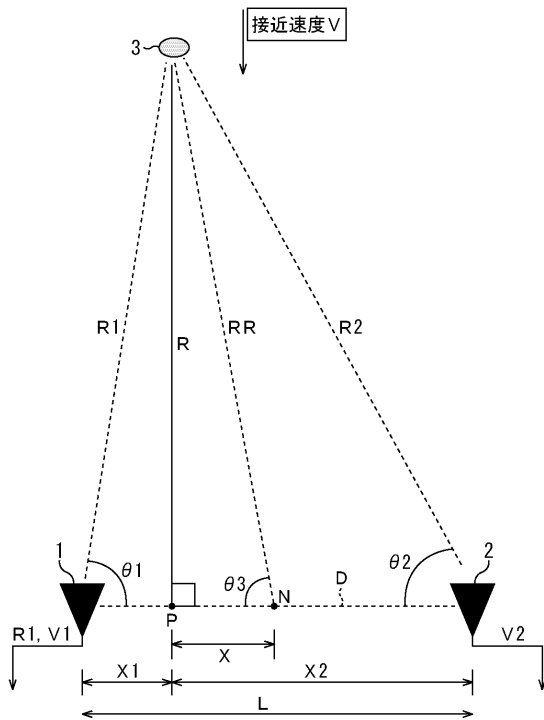
50

- 4 0 速度出力部
- 5 1 発振部
- 5 2 分配部
- 5 3 送信部
- 5 4 受信部
- 5 5 混合部
- 5 6 速度出力部
- 1 0 1 C P U
- 1 0 2 R O M
- 1 0 3 R A M
- 1 0 4 バス
- 1 0 5 入出力インタフェース
- 1 0 6 入力部
- 1 0 7 出力部
- 1 0 8 記憶部
- 1 0 9 通信部
- 1 1 0 ドライブ
- 1 1 1 リムーバブルメディア
- 1 5 1 速度センサ
- 1 5 2 距離センサ

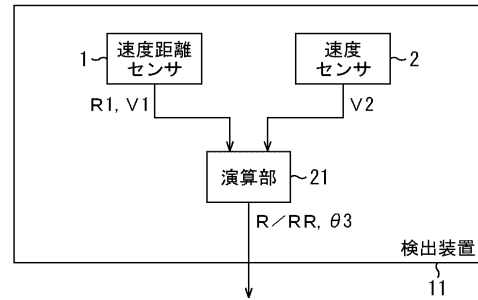
10

20

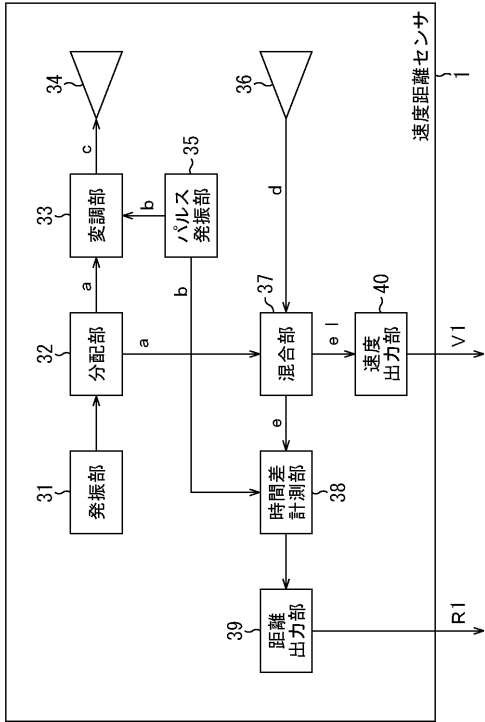
【図1】
図1



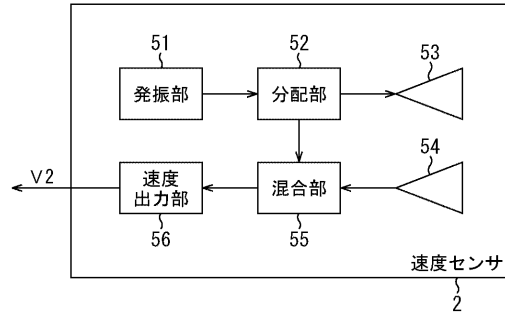
【図2】
図2



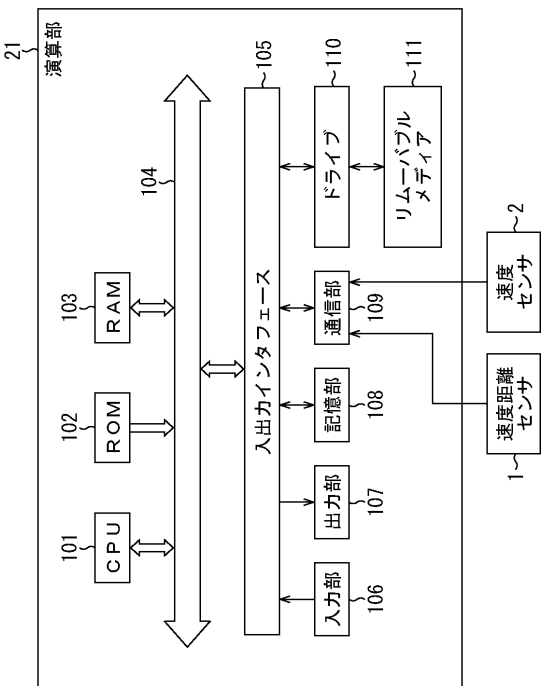
【図3】
図3



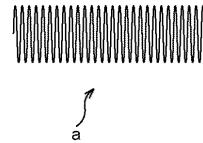
【図4】
図4



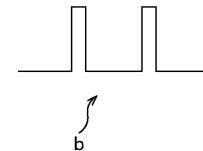
【図5】
図5



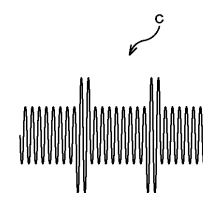
【図6】
図6



【図7】
図7

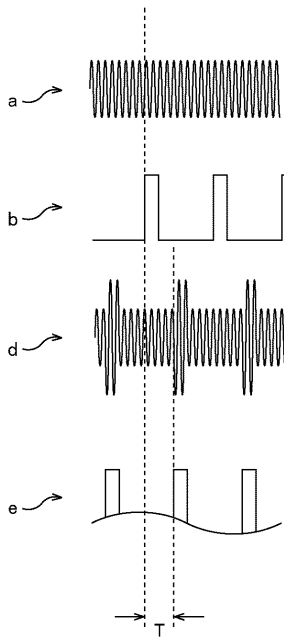


【図8】
図8



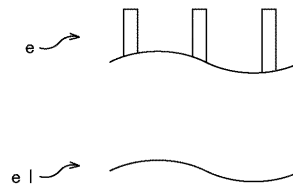
【 図 9 】

図9



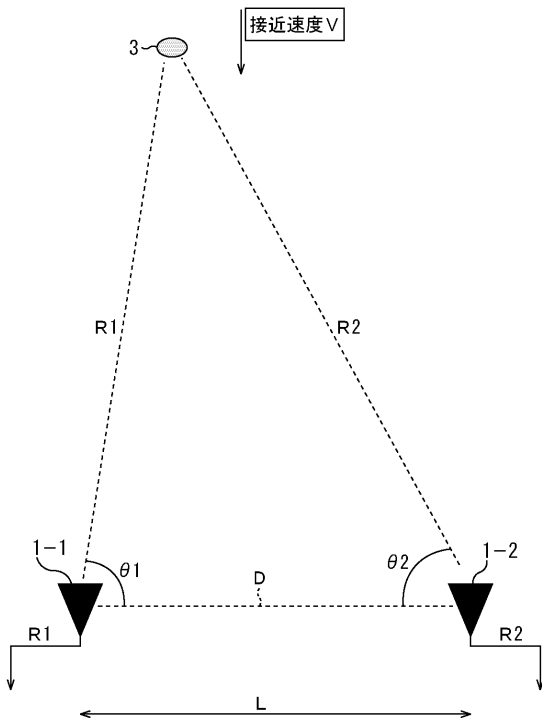
【 図 1 0 】

図10



【 図 1 1 】

図11



【 図 1 2 】

図12

