

(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2006-119129

(P2006-119129A)

(43) 公開日 平成18年5月11日(2006.5.11)

(51) Int. Cl.
G01S 13/04 (2006.01)

F I
G01S 13/04

テーマコード(参考)
5J070

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2005-276587 (P2005-276587)
 (22) 出願日 平成17年9月22日(2005.9.22)
 (31) 優先権主張番号 特願2004-274866 (P2004-274866)
 (32) 優先日 平成16年9月22日(2004.9.22)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 504133110
 国立大学法人 電気通信大学
 東京都調布市調布ヶ丘1丁目5番地1
 (74) 代理人 100083806
 弁理士 三好 秀和
 (74) 代理人 100101247
 弁理士 高橋 俊一
 (74) 代理人 100120455
 弁理士 勝 治人
 (72) 発明者 荒井 郁男
 東京都調布市調布ヶ丘1丁目5番地1 国
 立大学法人 電気通信大学内
 Fターム(参考) 5J070 AB15 AC13 AD01 AD03 AE01
 AE09 AF03 BF11

(54) 【発明の名称】 物標検知装置及び物標検知システム

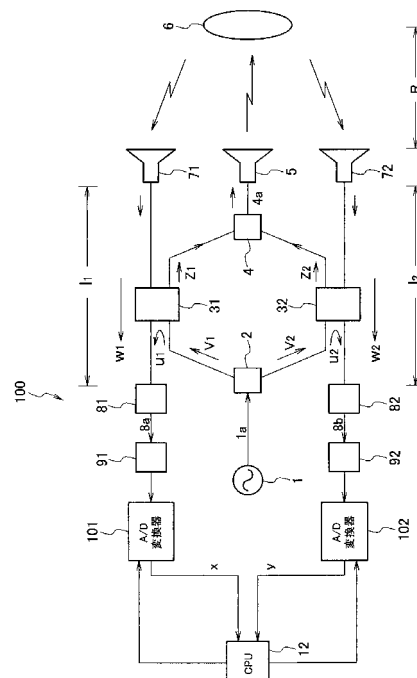
(57) 【要約】

【課題】 従来の車両検知装置より小型で破損から保護することができる物標検知装置を提供する。

また、物標の有無だけでなく、その方向も検知できる物標検知システムを提供する。

【解決手段】 マイクロ波発振器1で発生するマイクロ波信号1aを第1及び第2の基準信号 u_1 、 u_2 と第3の送信信号4aとに分け、第3の送信信号4aを物標6に対して照射し、物標6で反射された第1及び第2の受信信号 w_1 、 w_2 と第1及び第2の基準信号 u_1 、 u_2 を第1及び第2の検波器81、82に入力して第1及び第2の検波信号8a、8bを得る。そして、第1及び第2のA/D変換器で検波信号8a、8bをA/D変換して得られた検波データ x 、 y を演算処理して物標6の有無を判定する。また、物標検知装置2台を使用して、それぞれの物標検知装置から出力される信号ベクトルの位相差の正負により物標6の方向を判定する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マイクロ波信号を発生するマイクロ波発振器と、
前記マイクロ波信号を送信する送信アンテナと、
前記送信アンテナから送信された前記マイクロ波信号が物標で反射された信号を受信し
受信信号を出力する受信アンテナと、
前記送信信号と前記受信信号を混合して検波し、検波信号を出力する検波手段と、
前記検波信号を A/D 変換して検波データを出力する A/D 変換器と、
前記検波データに基づき物標の存在の有無を判定する演算処理手段と
を具備することを特徴とする物標検知装置。

10

【請求項 2】

マイクロ波信号を発生するマイクロ波発振器と、
前記マイクロ波信号を第 1 の分配信号と第 2 の分配信号とに分配する電力分配器と、
前記第 1 の分配信号を第 1 の基準信号と第 1 の送信信号とに分ける第 1 の方向性結合器
と、
前記第 2 の分配信号を第 2 の基準信号と第 2 の送信信号とに分ける第 2 の方向性結合器
と、
前記第 1 の送信信号と前記第 2 の送信信号とを結合して第 3 の送信信号を出力する電力
結合器と、
前記第 3 の送信信号を送信する送信アンテナと、
前記送信アンテナから送信された前記第 3 の送信信号が物標で反射された信号を受信し
第 1 の受信信号を出力する第 1 の受信アンテナと、
前記送信アンテナから送信された前記第 3 の送信信号が物標で反射された信号を受信し
第 2 の受信信号を出力する第 2 の受信アンテナと、
前記第 1 の基準信号と前記第 1 の受信信号が混合して入力された信号を検波して第 1 の
検波信号を出力する第 1 の検波手段と、
前記第 2 の基準信号と前記第 2 の受信信号が混合して入力された信号を検波して第 2 の
検波信号を出力する第 2 の検波手段と、
前記第 1 の検波信号を A/D 変換して第 1 の検波データを出力する第 1 の A/D 変換器と
、
前記第 2 の検波信号を A/D 変換して第 2 の検波データを出力する第 2 の A/D 変換器と
、
物標が存在しない状態での前記第 1 の検波データと物標が存在する状態での前記第 1 の
検波データとの差と、物標が存在しない状態での前記第 2 の検波データと物標が存在する
状態での前記第 2 の検波データとの差を求めることにより得られる信号ベクトルの大き
さに基づき物標の存在の有無を判定する演算処理手段と
を具備することを特徴とする物標検知装置。

20

30

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の物標検知装置を 2 台配置した物標検知システムであっ
て、
物標が存在しない状態で検出される検波データと物標が存在する状態で検出される検波
データとの差を求めることにより得られる第 1 の信号ベクトルを出力する第 1 の物標検知
装置と、
物標が存在しない状態で検出される検波データと物標が存在する状態で検出される検波
データとの差を求めることにより得られる第 2 の信号ベクトルを出力する第 2 の物標検知
装置と、
前記第 1 の信号ベクトルと前記第 2 の信号ベクトルとの位相差を求め、この位相差に基
づいて物標の方向を判定する演算処理装置と
を具備することを特徴とする物標検知システム。

40

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば駐車区画での物標の有無及び物標の方向を検知する物標検知装置及び物標検知システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、駐車場などで車両や人の有無を検知する装置には、光遮断方式、超音波反射波検知方式、コイルを用いた磁界変化検出方式などがある。

【0003】

光遮断方式、超音波反射波検知方式を採用した車両検知装置では、各駐車ブロックの入口近傍にポールを立ててそのポール内に発光装置や超音波の発振器を組み込んだり、駐車場の天井に各ブロックに向けて光や超音波等を発するように発光装置や発振器を取付けたりして、光の場合は車両による遮光を検知し、また超音波の場合には車両の存在により変化する反射波を捕らえて車両の有無を検知している。 10

【0004】

また、コイルを用いた磁界変化検出方式では、各駐車ブロックにコイルを埋設し、そのブロックに車両が位置することによるコイルのインダクタンス変化を検出して車両の有無を検知している。

【0005】

光遮断方式の車両検知装置としては、例えば特許文献1に開示されたものがあり、超音波反射波検知方式の車両検知装置としては、例えば特許文献2に開示されたものがあり、コイルを用いた磁界変化検出方式の車両検知装置としては、例えば、特許文献3に開示されたものがある。 20

【特許文献1】特開2004-102860号公報

【特許文献2】特開2001-222791号公報

【特許文献3】特許第2587746号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来の車両検知装置において、光遮断方式や超音波反射波検知方式では、ポールを建てる必要があるため装置が大型になるという問題があった。 30

【0007】

また、ポールの低い位置に発光装置や発振器を組み込んだ場合には、いたずら等により発光装置や発振器が破損することがある。また光遮断方式では、発光装置を天井等高い場所に取り付けて上述したいたずらを防ぐようにしても、受光部は床面に設置しなければならず、受光部が破損したり、汚れにより受光部が塞がれて誤動作する可能性もある。

【0008】

また、コイルを用いた磁界変化検出方式では、コイルは地中に埋設されるので破損は防止できるが、コイルが大型になるため場所を取るといった問題がある。

【0009】

そこで本発明は、従来の車両検知装置と比較して小型で破損から保護することができ、車両のみならず人体等も含む物標を検知する物標検知装置を提供することを目的とする。 40

【0010】

また、物標の有無だけでなく、その方向も検知できる物標検知システム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】

【0011】

本発明の物標検知装置は、マイクロ波信号を発生するマイクロ波発振器と、前記マイクロ波信号を送信する送信アンテナと、前記送信アンテナから送信された前記マイクロ波信号が物標で反射された信号を受信し受信信号を出力する受信アンテナと、前記送信信号と 50

前記受信信号を混合して検波し、検波信号を出力する検波手段と、前記検波信号をA/D変換して検波データを出力するA/D変換器と、前記検波データに基づき物標の存在の有無を判定する演算処理手段とを具備することを特徴とする。

【0012】

また、本発明の物標検知装置は、マイクロ波信号を発生するマイクロ波発振器と、前記マイクロ波信号を第1の分配信号と第2の分配信号とに分配する電力分配器と、前記第1の分配信号を第1の基準信号と第1の送信信号とに分ける第1の方向性結合器と、前記第2の分配信号を第2の基準信号と第2の送信信号とに分ける第2の方向性結合器と、前記第1の送信信号と前記第2の送信信号とを結合して第3の送信信号を出力する電力結合器と、前記第3の送信信号を送信する送信アンテナと、前記送信アンテナから送信された前記第3の送信信号が物標で反射された信号を受信し第1の受信信号を出力する第1の受信アンテナと、前記送信アンテナから送信された前記第3の送信信号が物標で反射された信号を受信し第2の受信信号を出力する第2の受信アンテナと、前記第1の基準信号と前記第1の受信信号が混合して入力された信号を検波して第1の検波信号を出力する第1の検波手段と、前記第2の基準信号と前記第2の受信信号が混合して入力された信号を検波して第2の検波信号を出力する第2の検波手段と、前記第1の検波信号をA/D変換して第1の検波データを出力する第1のA/D変換器と、前記第2の検波信号をA/D変換して第2の検波データを出力する第2のA/D変換器と、物標が存在しない状態での前記第1の検波データと物標が存在する状態での前記第1の検波データとの差と、物標が存在しない状態での前記第2の検波データと物標が存在する状態での前記第2の検波データとの差を求めることにより得られる信号ベクトルの大きさに基づき物標の存在の有無を判定する演算処理手段とを具備することを特徴とする。

10

20

【0013】

また、本発明の物標検知システムは、請求項1または請求項2に記載の物標検知装置を2台配置した物標検知システムであって、物標が存在しない状態で検出される検波データと物標が存在する状態で検出される検波データとの差を求めることにより得られる第1の信号ベクトルを出力する第1の物標検知装置と、物標が存在しない状態で検出される検波データと物標が存在する状態で検出される検波データとの差を求めることにより得られる第2の信号ベクトルを出力する第2の物標検知装置と、前記第1の信号ベクトルと前記第2の信号ベクトルとの位相差を求め、この位相差に基づいて物標の方向を判定する演算処理装置とを具備することを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0014】

本発明の物標検知装置は、マイクロ波を利用するので従来の車両検知装置と比較して装置の小型化が可能であり、また、マイクロ波は透過性を有するのでマイクロ波センサーにカバーを装着できるので破損から保護することができる。

【0015】

また、本発明の物標検知システムによれば、2台配置した物標検知装置それぞれが出力する信号ベクトルの位相差を求め演算処理を行うことにより、物標の有無だけでなく、その方向も検知することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下本発明の物標検知装置及び物標検知システムの一実施例を、図面を参照して説明する。

【0017】

[第一実施例]

図1は本発明の物標検知装置の第一実施例の構成を示したものである。

【0018】

本実施例の物標検知装置100は、マイクロ波信号1aを発生するマイクロ波発振器1と、マイクロ波信号1aを第1の分配信号 v_1 と第2の分配信号 v_2 とに分配する電力分

50

配器 2 と、第 1 の分配信号 v_1 を第 1 の基準信号 u_1 と第 1 の送信信号 z_1 とに分ける第 1 の方向性結合器 3 1 と、第 2 の分配信号 v_2 を第 2 の基準信号 u_2 と第 2 の送信信号 z_2 とに分ける第 2 の方向性結合器 3 2 と、第 1 の送信信号 z_1 と第 2 の送信信号 z_2 とを結合して第 3 の送信信号 4 a を出力する電力結合器 4 と、第 3 の送信信号 4 a を送信する送信アンテナ 5 と、送信アンテナ 5 から送信された第 3 の送信信号 4 a が物標 6 で反射された信号を受信し第 1 の受信信号 w_1 を出力する第 1 の受信アンテナ 7 1 と、送信アンテナ 5 から送信された第 3 の送信信号 4 a が物標 6 で反射された信号を受信し第 2 の受信信号 w_2 を出力する第 2 の受信アンテナ 7 2 と、第 1 の基準信号 u_1 と第 1 の受信信号 w_1 が入力され第 1 の検波信号 8 a を出力する第 1 の検波器 8 1 と、第 2 の基準信号 u_2 と第 2 の受信信号 w_2 が入力され第 2 の検波信号 8 b を出力する第 2 の検波器 8 2 と、第 1 の検波信号 8 a を増幅する第 1 の増幅器 9 1 と、第 2 の検波信号 8 b を増幅する第 2 の増幅器 9 2 と、第 1 の検波信号 8 a を A/D 変換して第 1 の検波データ x を出力する第 1 の A/D 変換器 1 0 1 と、第 2 の検波信号 8 b を A/D 変換して第 2 の検波データ y を出力する第 2 の A/D 変換器 1 0 2 と、ROM 及び RAM を内蔵し、第 1 及び第 2 の検波データ x, y を処理して物標 6 の有無を判定する CPU 1 2 とを備える。

10

【0019】

なお、第 1 及び第 2 の検波器 8 1, 8 2 としては例えばダイオードを使用し、第 1 及び第 2 の増幅器 9 1, 9 2 としては例えばオペアンプを使用する。

【0020】

なお、図 1 に示す回路は図 2 に示すように送信アンテナ 5 と第 1 及び第 2 の受信アンテナ 7 1, 7 2 を同一平面内に配置したアンテナ部の後面内に配置して実施するが、第 1 及び第 2 の A/D 変換器 1 0 1, 1 0 2 と CPU 1 2 を使用して物標 6 の存在の有無を判定するアルゴリズムは遠隔にあるコンピューターで実施する。

20

【0021】

ここで、本実施例の物標検知装置 1 0 0 の基本動作を説明する。マイクロ波発振器 1 はマイクロ波信号 1 a を発生して電力分配器 2 に供給する。電力分配器 2 はマイクロ波信号 1 a を第 1 の分配信号 v_1 と第 2 の分配信号 v_2 とに分配し、第 1 の分配信号 v_1 , 第 2 の分配信号 v_2 をそれぞれ第 1 及び第 2 の方向性結合器 3 1 及び 3 2 に供給する。第 1 の方向性結合器 3 1 は第 1 の分配信号 v_1 を第 1 の基準信号 u_1 と第 1 の送信信号 z_1 とに分け、第 1 の送信信号 z_1 を電力結合器 4 に供給し、第 2 の方向性結合器 3 2 は第 2 の分配信号 v_2 を第 2 の基準信号 u_2 と第 2 の送信信号 z_2 とに分け、第 2 の送信信号 z_2 を電力結合器 4 に供給する。電力結合器 4 は、第 1 の送信信号 z_1 と第 2 の送信信号 z_2 とを結合して第 3 の送信信号 4 a を送信アンテナ 5 に供給する。

30

【0022】

次に、送信アンテナ 5 は第 3 の送信信号 4 a を物標 6 に対して照射し、第 1 及び第 2 の受信アンテナ 7 1, 7 2 は第 3 の送信信号 4 a の照射を受けた物標 6 で反射された信号を受信して、それぞれ第 1 及び第 2 の受信信号 w_1, w_2 を出力する。第 1 の検波器 8 1 には第 1 の基準信号 u_1 と第 1 の受信信号 w_1 が入力されて第 1 の検波信号 8 a が出力され、第 2 の検波器 8 2 には第 2 の基準信号 u_2 と第 2 の受信信号 w_2 が入力されて第 2 の検波信号 8 b が出力される。第 1 及び第 2 の増幅器 9 1, 9 2 は第 1 及び第 2 の検波信号 8 a, 8 b をそれぞれ増幅して第 1 及び第 2 の A/D 変換器 1 0 1, 1 0 2 に供給する。

40

【0023】

そして、第 1 及び第 2 の A/D 変換器 1 0 1, 1 0 2 は第 1 及び第 2 の検波信号 8 a, 8 b を A/D 変換して第 1 及び第 2 の検波データ x, y を CPU 1 2 に供給する。

【0024】

そして、CPU 1 2 は、ROM に記憶されている後述の演算処理を行うプログラムに従って処理を実行し、RAM によって後述のオフセット電圧を一時記憶する。

【0025】

ここで、本実施例の物標検知装置 1 0 0 の物標検知手順を、図 4 に示すフローチャートを参照して説明する。なお、図 4 に示すフローチャートは演算プログラムとして ROM に

50

記憶されている。

まず、物標 6 がない状態をつくり、そのときのオフセット電圧 V' を計測する (ステップ S 1 1 0)。この際 CPU 1 2 はサンプリングパルスを実第 1 及び第 2 の A/D 変換器 1 0 1, 1 0 2 に出力し、物標がないときに第 1 及び第 2 の A/D 変換器 1 0 1, 1 0 2 に A/D 変換させる。第 1 及び第 2 の A/D 変換器 1 0 1, 1 0 2 はオフセット電圧 V' の検波データを実出力し、CPU 1 2 に供給する。そして、CPU 1 2 はオフセット電圧 V' の検波データを RAM に記録する (ステップ S 1 2 0)。

10

そして、電圧 V を計測する (ステップ S 1 3 0)。この際 CPU 1 2 はサンプリングパルスを実第 1 及び第 2 の A/D 変換器 1 0 1, 1 0 2 に出力し、第 1 及び第 2 の A/D 変換器 1 0 1, 1 0 2 に A/D 変換させる。第 1 及び第 2 の A/D 変換器 1 0 1, 1 0 2 は電圧 V の検波データを実出力する。そして、CPU 1 2 は電圧 V の検波データから RAM にあるオフセット電圧 V' の検波データを除去して信号 $S = V - V'$ を検出する (ステップ S 1 4 0)。

20

そして、 $|S|$ とあるレベルの α との大小を比較し (ステップ S 1 5 0)、 $|S| \geq \alpha$ である (YES) ときは物標があると判定し、 $|S| < \alpha$ でない (NO) ときは物標がないと判定する。なお、物標がないと判定された後、再度物標の有無を調べるときは、ステップ S 1 3 0 から処理を開始する。

30

次に、第 1 及び第 2 の検波データ x, y から物標の有無を検出する方法を図 3 に示すベクトル図を参照して説明する。

【0026】

第 1 及び第 2 の検波データ x, y は、

$$x = b_1 + a \cos(2\pi R + \phi_1) \quad (\text{数式 1})$$

$$y = b_2 + a \cos(2\pi R + \phi_2) \quad (\text{数式 2})$$

と表される。ここで、 b_1, b_2 は直流オフセット電圧、 a は物標反射波の受信信号の振幅に比例した項、 $\phi_1 = 2\pi R / \lambda_0$ 、 ϕ_2 は周波数 f_0 の波長であり、 $f_0 = 2.4 \text{ GHz}$ のとき $\lambda_0 = 1.25 \text{ cm}$ である。

【0027】

また、位相 ϕ_1, ϕ_2 は第 1 及び第 2 の受信信号 w_1, w_2 が第 1 及び第 2 の検波器 8 1, 8 2 に至るまでに長さ l_1, l_2 の導波路を通過するときを受ける位相変化であり、

$$\phi_1 = \frac{2\pi}{\lambda_g} l_1 \quad (\text{数式 3})$$

$$\phi_2 = \frac{2\pi}{\lambda_g} l_2 \quad (\text{数式 4})$$

である。ここで、 $\lambda_g = 2\pi / \beta_g$ 、 β_g は導波路上の波長である。

【0028】

いま l_1, l_2 による位相量として例えば、

40

【数 1】

$$\theta_1 = 2m\pi, \quad \theta_2 = 2m\pi - \frac{\pi}{2} \quad (n \text{ は整数}) \quad (\text{数式 5})$$

【0029】

に選べば、

$$x = b_1 + a \cos 2\beta R \quad (\text{数式 6})$$

$$y = b_2 + a \sin 2\beta R \quad (\text{数式 7})$$

となる。これらをまとめてベクトルで表現すれば、

【数 2】

$$\mathbf{V} = \mathbf{O} + \mathbf{S} \quad (\text{数式 8})$$

【0030】

である。

ただし、

$$\mathbf{V} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}, \quad \mathbf{O} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{S} = \begin{bmatrix} a \cos 2\beta R \\ a \sin 2\beta R \end{bmatrix} \quad (\text{数式 9})$$

である。ここでオフセット電圧 \mathbf{O} は除去することもできるが、一般には残留するので考慮する。

(数式 8) において、もし物標 6 がなければ図 3 (a) のように出力される電圧 \mathbf{V} はオフセット電圧 \mathbf{O} のみとなるので、 \mathbf{V}' とおけば、

$$\mathbf{V}' = \mathbf{O} \quad (\text{数式 10})$$

となり、この電圧を RAM に記憶しておく。

次に、物標 6 が存在するときは図 3 (b) に示すように信号 \mathbf{S} が電圧 \mathbf{V} 中に含まれるので

$$\mathbf{V} = \mathbf{O} + \mathbf{S} = \mathbf{V}' + \mathbf{S} \quad (\text{数式 11})$$

となる。よって、すでに RAM に記憶してあるオフセット電圧 \mathbf{V}' を差し引けば、

$$\mathbf{S} = \mathbf{V} - \mathbf{V}' \quad (\text{数式 12})$$

となって図 3 (c) に示すように信号 \mathbf{S} のみ得られる。

【0031】

したがって、図 3 (c) に示したように半径 α の円を設け、(数式 12) があるレベル以上となるかどうかで物標 6 の有無が判定できる。

【0032】

すなわち、

【数 3】

$$|\mathbf{S}| = \sqrt{\mathbf{S}^T \mathbf{S}} = |\mathbf{V} - \mathbf{V}'| \geq \alpha \quad (T = \text{転置}) \quad (\text{数式 13})$$

【0033】

であれば車や人などの物標 6 が存在していると判定し、

【数 4】

$$|S| = \sqrt{S^T S} = |V - V'| < \alpha \quad (T = \text{転置}) \quad (\text{数式 1 4})$$

【0034】

であれば物標 6 は存在しないと判定する。

【0035】

本実施例の物標検知装置 100 はマイクロ波を利用するので、従来のような光遮断方式、超音波反射波検知方式、コイルを用いた磁界変化検出方式の車両検知装置と比較して装置の小型化が可能であり、また、マイクロ波は透過性を有するのでマイクロ波センサーにカバーを装着できるので破損から保護することができる。

10

【0036】

なお、図 1 では受信アンテナを 2 個用いたが、それらの間隔は波長 λ_0 に比べて十分小さいか、又は図 2 のアンテナ配置を垂直に用いる。また図 5 に示すように電力分配器 13 を用いれば 1 個の受信アンテナ 14 だけでよい。

【0037】

[第二実施例]

図 6 は本発明の物標検知装置の第二実施例の構成を示したものである。なお、図 1 に示した第一実施例の構成と同一構成には同一符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0038】

本実施例の物標検知装置 600 は、マイクロ波発振器 1 と、送受信兼用のアンテナ 51 と、マイクロ波発振器 1 とアンテナ 51 とを結ぶ導波路上に設置された N 個の検波部 $K_1 \sim K_N$ と、検波部 $K_1 \sim K_N$ にそれぞれ接続された N 個の増幅器 $F_1 \sim F_N$ と、増幅器 $F_1 \sim F_N$ にそれぞれ接続された N 個の A/D 変換器 $AD_1 \sim AD_N$ と、CPU 12 とを備える。

20

【0039】

なお、検波部 $K_1 \sim K_N$ はダイオード $D_1 \sim D_N$ と、ダイオード $D_1 \sim D_N$ それぞれの出力側に一端が接続され他端が接地された負荷用抵抗 $r_1 \sim r_N$ とから構成される。

【0040】

ここで、本実施例の物標検知装置 600 の基本動作を説明する。マイクロ波発振器 1 はマイクロ波信号 1a を発生する。このマイクロ波信号 1a は送信信号 e_t と同時に基準信号 $e_{11} \sim e_{1N}$ として働く。

30

【0041】

そして、アンテナ 51 は、物標 6 に対して送信信号 e_t を照射し、また、送信信号 e_t の照射を受けた物標 6 で反射された信号を受信して受信信号 e_r を出力する。

【0042】

検波部 $K_1 \sim K_N$ には基準信号 $e_{11} \sim e_{1N}$ と受信信号 $e_{r1} \sim e_{rN}$ が入力されて検波信号 $e_1 \sim e_N$ が出力される。

【0043】

その後、増幅器 $F_1 \sim F_N$ は検波信号 $e_1 \sim e_N$ を増幅して A/D 変換器 $AD_1 \sim AD_N$ に供給し、A/D 変換器 $AD_1 \sim AD_N$ は検波信号 $e_1 \sim e_N$ を A/D 変換して検波データ $x_1 \sim x_N$ を CPU 12 に供給する。CPU 12 は第一実施例と同様の処理を行う。

40

そして、(数式 15) を (数式 8) に代入して電圧 V を求める。なお、物標 6 の有無を判定する手順は図 4 のフローチャートに従う。

【数 5】

$$\mathbf{V} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_N \end{bmatrix}, \quad \mathbf{O} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_N \end{bmatrix}, \quad \mathbf{S} = \begin{bmatrix} a_1 \cos(2\beta R + \theta_1) \\ a_2 \cos(2\beta R + \theta_2) \\ \vdots \\ a_N \cos(2\beta R + \theta_N) \end{bmatrix} \quad (\text{数式 1 5})$$

【0044】

本実施例は、導波路上に検波部 $K_1 \sim K_N$ を置いたもので、第一の実施例と同様の効果が得られる。

10

もし図 6 に示す P_1, P_2 において、(数式 1 6) のように設定できれば、信号 S は (数式 9) と同様になるので検波部は P_1, P_2 の 2 個所に置くだけでよい。

【0045】

しかし、一般にはこのような正確な設定は困難であるので、十分な数の N 個所 ($N \geq 2$) に検波部を設置し、それら N 個の検波出力を用いれば物標の存在の判定がより確実になる。

【数 6】

$$2\beta_g \Delta l = \frac{\pi}{2} + n\pi \quad (n = \text{整数}) \quad (\text{数式 1 6})$$

20

【0046】

次に、本発明の物標検知システム 800 の一実施例を、図 7 ~ 図 10 を参照して説明する。

【0047】

[第三実施例]

図 8 は本発明の物標検知システム 800 の第三実施例の構成を示したものである。

【0048】

本実施例の物標検知システム 800 は、適当な間隔で配置された第 1 及び第 2 の物標検知装置 100A, 100B と、第 1 及び第 2 の物標検知装置 100A, 100B に接続された演算処理装置 15 を備える。

30

【0049】

なお、第 1 及び第 2 の物標検知装置 100A, 100B はともに図 1 の物標検知装置 100 と同一の構成である。図 8 中の各部分の符号は、図 1 の各部分の符号の後ろに、第 1 の物標検知装置 100A については A を、第 2 の物標検知装置 100B については B を付加したものであり、それぞれが図 1 の物標検知装置 100 の各部分と同じ部分であることを示す。

ここで、本実施例の物標検知システム 800 の基本動作を説明する。第 1 及び第 2 の物標検知装置 100A, 100B はともに第一実施例の物標検知装置 100 と同様の動作を行い、物標が存在しない状態で検出される検波データと物標が存在する状態で検出される検波データとの差をとることにより得られる第 1 及び第 2 の信号ベクトル S_A, S_B を演算処理装置 15 に供給する。

40

【0050】

そして、演算処理装置 15 は、後述の演算処理を行うプログラムに従って処理を実行する。

50

【 0 0 5 1 】

次に、本実施例の物標検知システム 8 0 0 の物標検知手順を、図 7 に示すフローチャートを参照して説明する。なお、図 7 に示すフローチャートは演算プログラムとして演算処理装置 1 5 に記憶されている。

まず、第 1 の物標検知装置 1 0 0 A と第 2 の物標検知装置 1 0 0 B のそれぞれで、第 1 及び第 2 の信号ベクトル S_A 、 S_B を検出する（ステップ S 2 1 0 a、S 2 1 0 b）。第 1 及び第 2 の信号ベクトル S_A 、 S_B を検出する手順は図 4 のステップ S 1 1 0 ~ S 1 4 0 と同様である。

10

次に、第 1 及び第 2 の信号ベクトル S_A 、 S_B の位相差 $\Delta \theta$ を求め（ステップ S 2 2 0）、 $\Delta \theta$ の正負によって物標の方向を判定する。 $\Delta \theta = 0$ である（YES）とき物標は正面に存在し、 $\Delta \theta = 0$ でない（NO）とき物標は右側か左側に存在する（ステップ S 2 3 0）。

そして、 $\Delta \theta = 0$ でないときであって、 $\Delta \theta > 0$ である（YES）ときは物標は右側に存在し（ステップ S 2 4 0）、 $\Delta \theta > 0$ でない（NO）ときは物標は左側に存在する。

20

ここで、第 1 及び第 2 の信号ベクトル S_A 、 S_B の位相差 $\Delta \theta$ から物標の方向を判定する方法を説明する。図 9 は第 1 及び第 2 の物標検知装置 1 0 0 A、1 0 0 B と物標の位置関係を示す図であり、図 1 0 は第 1 及び第 2 台の物標検知装置 1 0 0 A、1 0 0 B が検出した第 1 及び第 2 の信号ベクトル S_A 、 S_B とそれぞれのベクトルの位相差との関係を示す図である。

30

【 0 0 5 2 】

図 1 0 に示す位相差 は、

【数 7】

$$S_A = \begin{bmatrix} a \cos 2\beta R_A \\ a \sin 2\beta R_A \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \end{bmatrix}, \quad S_B = \begin{bmatrix} a \cos 2\beta R_B \\ a \sin 2\beta R_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_2 \\ v_2 \end{bmatrix} \quad (\text{数式 1 7})$$

【 0 0 5 3 】

とおけば、

【数 8】

$$\Delta \theta = \tan^{-1} \left(\frac{u_1 v_2 - u_2 v_1}{u_1 u_2 + v_1 v_2} \right) \quad (\text{数式 1 8})$$

40

【 0 0 5 4 】

から計算でき、

$$= (R_B - R_A), \quad = 2 / 0 \quad (\text{数式 1 9})$$

となる。ここで、 R_A 、 R_B は第 1 及び第 2 の物標検知装置 1 0 0 A、1 0 0 B から物標

50

までの距離である。

【0055】

物標の位置座標を (X, Y) 、第1の物標検知装置100Aの座標を $(d, 0)$ 、第2の物標検知装置100Bの座標を $(-d, 0)$ 、原点から物標までの距離を R_0 とし、 d R_0 とすれば、

【数9】

$$R_A = \sqrt{(X-d)^2 + Y^2} \approx R_0 \left(1 - \frac{Xd}{R_0^2}\right) \quad (\text{数式20})$$

【数10】

$$R_B = \sqrt{(X+d)^2 + Y^2} \approx R_0 \left(1 + \frac{Xd}{R_0^2}\right) \quad (\text{数式21})$$

【数11】

$$R_0 = \sqrt{X^2 + Y^2} \quad (\text{数式22})$$

【0056】

で表される。

【0057】

したがって、(数式19)は、

【数12】

$$\Delta\theta \approx \frac{4\pi}{\lambda_0} \left(\frac{d}{R_0}\right) X \quad (\text{数式23})$$

【0058】

となる。

【0059】

よって、 X の正負で方向が判定でき、 > 0 のとき物標は右側、 < 0 のとき物標は左側、 $= 0$ のとき物標は正面となる。

【0060】

上記説明したように、本実施例によれば、2台の物標検知装置を配置し、それぞれの物標検知装置において検出した反射信号の信号ベクトルの位相差を求めるので、物標の有無だけでなく、その方向も検知することができる。

【0061】

なお、本実施例では2台の物標検知装置を使用したがる、3台以上の物標検知装置を使用してもできる。

【図面の簡単な説明】

【0062】

【図1】本発明の物標検知装置の第一実施例の構成を示す概略図である。

【図2】図1に示した物標検知装置の送信アンテナと受信アンテナの配置を示す概略図である。

【図3】図1に示した物標検知装置で物標の有無を判定する方法を説明するベクトル図である。

【図4】図1に示した物標検知装置で物標の有無を判定する手順を示すフローチャートである。

【図5】図1に示した物標検知装置において受信アンテナを1つで構成する場合の受信アンテナと電力分配器の構成を示す概略図である。

【図6】本発明の物標検知装置の第二実施例の構成を示す概略図である。

【図7】本発明の物標検知システムの第三実施例において物標の存在する方向を判別する手順を示すフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図 8】本発明の物標検知システムの第三実施例の構成を示す概略図である。

【図 9】本発明の物標検知システムの第三実施例における第 1 及び第 2 の物標検知装置と物標の位置関係を示す図である。

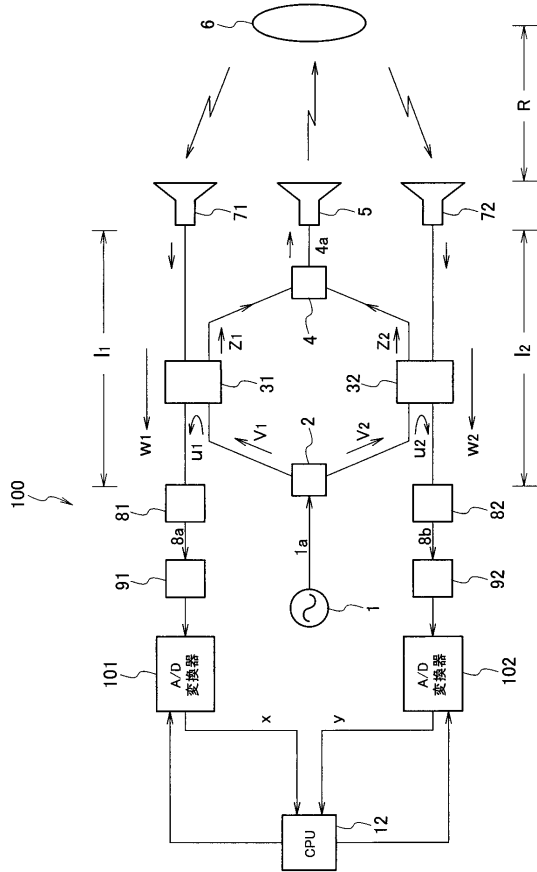
【図 10】本発明の物標検知システムの第三実施例において第 1 及び第 2 の物標検知装置が検出した信号ベクトルとそれぞれのベクトルの位相差の関係を示す図である。

【符号の説明】

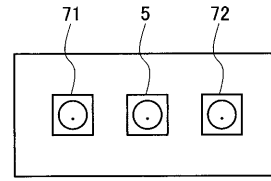
【0063】

1	マイクロ波発振器	
2	電力分配器	
3 1	第 1 の方向性結合器	10
3 2	第 2 の方向性結合器	
4	電力結合器	
5	送信アンテナ	
5 1	アンテナ	
6	物標	
7 1	第 1 の受信アンテナ	
7 2	第 2 の受信アンテナ	
8 1	第 1 の検波器	
8 2	第 2 の検波器	
9 1	第 1 の増幅器	20
9 2	第 2 の増幅器	
1 0 1	第 1 の A / D 変換器	
1 0 2	第 2 の A / D 変換器	
1 2	C P U	
1 3	電力分配器	
1 4	受信アンテナ	
1 5	演算処理装置	
1 0 0	物標検知装置	
6 0 0	物標検知装置	
8 0 0	物標検知システム	30
$K_1 \sim K_N$	検波部	
$D_1 \sim D_N$	ダイオード	
$r_1 \sim r_N$	負荷用抵抗	
$F_1 \sim F_N$	増幅器	
$A D_1 \sim A D_N$	A / D 変換器	
1 0 0 A	第 1 の物標検知装置	
1 0 0 B	第 2 の物標検知装置	

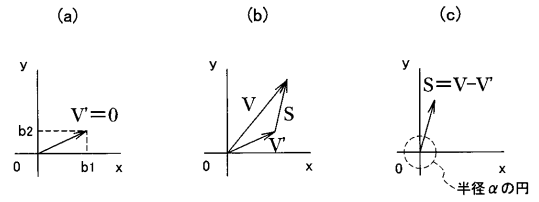
【図1】



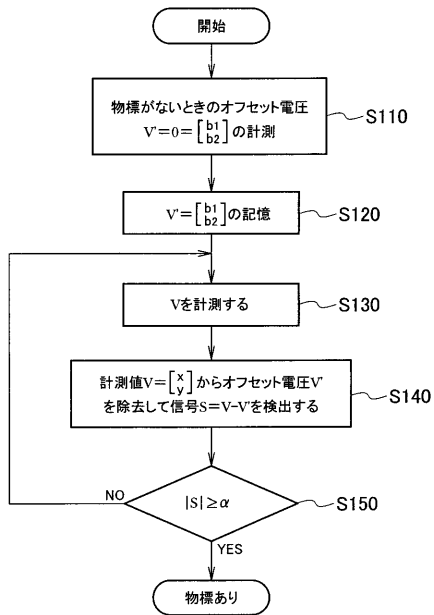
【図2】



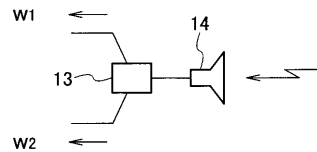
【図3】



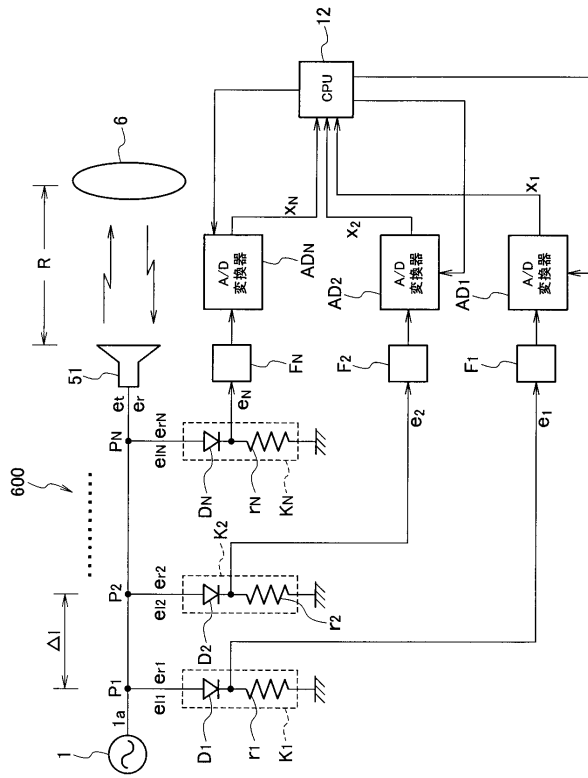
【図4】



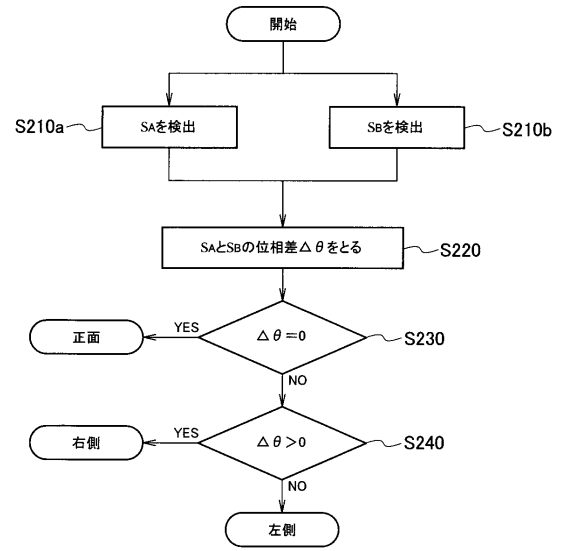
【図5】



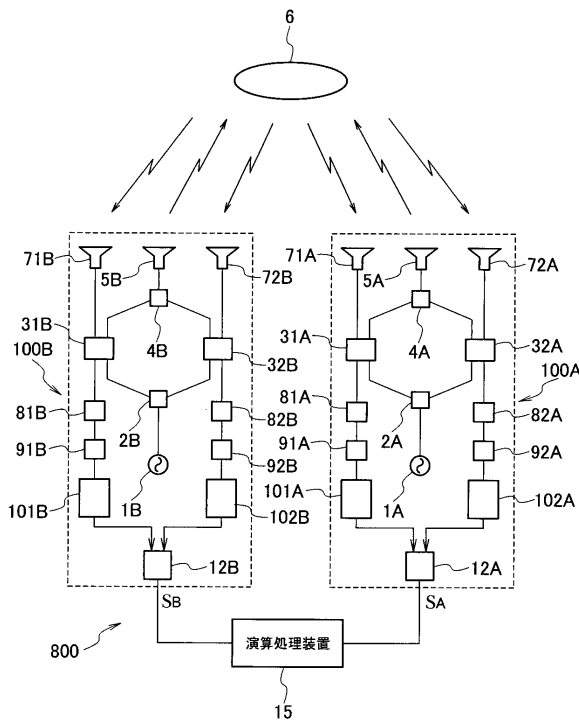
【図6】



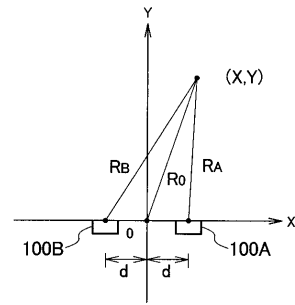
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

