

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4871104号
(P4871104)

(45) 発行日 平成24年2月8日(2012.2.8)

(24) 登録日 平成23年11月25日(2011.11.25)

(51) Int.Cl. F I
G O I S 13/32 (2006.01) G O I S 13/32

請求項の数 17 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2006-316978 (P2006-316978)	(73) 特許権者	509186579 日立オートモティブシステムズ株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(22) 出願日	平成18年11月24日(2006.11.24)	(74) 代理人	110000350 ポレール特許業務法人
(65) 公開番号	特開2008-128946 (P2008-128946A)	(72) 発明者	守永 光利 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
(43) 公開日	平成20年6月5日(2008.6.5)	(72) 発明者	長塚 敬一郎 茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社日立製作所オートモティブシステムグループ内
審査請求日	平成21年7月2日(2009.7.2)	審査官	河内 悠

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーダ装置及び信号処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

信号生成部、送信部、受信部及び受信信号処理部を備えて成り、
前記信号生成部で生成され前記送信部から放射される送信信号が、単位の変調区間において、時間軸に対して周波数傾きを持つ少なくとも2つの掃引周波数直線に従う電波を周期的に切り替え遷移しながら送出する時間軸上の第1の変調区間と、時間軸に対して周波数傾きを持たない少なくとも2つの周波数の電波を周期的に切り替え遷移しながら送出する時間軸上の第2の変調区間とを有し、前記第1変調区間と前記第2変調区間とは交互に繰り返され、

前記信号処理部は、標的によって反射し前記受信部で受信された前記送信信号の反射波を処理して該標的までの距離又は相対速度の少なくとも一方を求める機能を有し、

前記受信信号処理部は、前記第1の変調区間と前記第2の変調区間を含んだ前記反射波に対して、前記一方の変調区間の計測値と前記他方の変調区間の計測値とを比較して検出の正誤を判断する機能を有する

ことを特徴とするレーダ装置。

【請求項2】

請求項1において、

前記受信信号処理部は、前記2つの時間軸上の区間のうち、いずれか一方の区間で計測された前記標的までの距離及び相対速度からもう片方の区間で計測されるはずの中間周波数を算出し、該算出された中間周波数に実際に計測された中間周波数のピークが存在する

10

20

場合に前記計測された距離及び相対速度が正しいと判定する機能を有することを特徴とするレーダ装置。

【請求項 3】

請求項 1 において、

前記受信信号処理部は、前記 2 つの時間軸上の区間のうち、いずれか一方の区間で計測された前記標的までの距離及び相対速度からもう片方の区間で計測されるはずの中間周波数を算出し、その算出された周波数値が 0 付近である場合には前記計測された距離及び速度の正誤を判定する処理を省略する機能を有する

ことを特徴とするレーダ装置。

【請求項 4】

請求項 1 において、

前記第 1 の変調区間は、時間軸に対して周波数傾きが異なる少なくとも 2 つの掃引周波数直線に従う電波を周期的に切り替え遷移しながら送出する時間軸上のサブ区間を 2 つ以上有する

ことを特徴とするレーダ装置。

【請求項 5】

請求項 4 において、

前記受信信号処理部は、前記第 1 の変調区間のサブ区間、または前記第 2 の変調区間のいずれかの区間うち、いずれか一つの区間で計測された前記標的までの距離及び相対速度から残りの区間で計測されるはずの中間周波数を算出し、残りの区間の少なくとも 1 つ以上の区間でその算出された値に中間周波数ピークが存在する場合に前記計測された距離及び相対速度が正しいと判定する機能を有する

ことを特徴とするレーダ装置。

【請求項 6】

請求項 1 において、

前記第 1 の変調区間における、前記少なくとも 2 つの掃引周波数直線の時間軸に対する傾きが互いに異なっている

ことを特徴とするレーダ装置。

【請求項 7】

請求項 6 において、

前記受信信号処理部は、前記第 2 の変調区間で計測された前記標的までの距離及び相対速度から、前記第 1 の変調区間で計測されるはずの中間周波数を、各周波数傾きに対して算出し、その算出された値の少なくとも 1 つ以上で実際に中間周波数ピークが存在する場合に前記計測された距離及び相対速度が正しいと判定する機能を有する

ことを特徴とするレーダ装置。

【請求項 8】

請求項 1 において、

前記第 1 の変調区間及び前記第 2 の変調区間において切り替え遷移しながら送信する掃引周波数直線の数が 3 つである

ことを特徴とするレーダ装置。

【請求項 9】

請求項 8 において、

前記受信信号処理部は、前記 3 つの周波数から異なる 2 つの周波数を用いて検知標的までの距離及び相対速度を計測し、またさらに前記 2 つの周波数とは異なる組の 2 つの周波数を用いて検知標的までの距離及び相対速度を計測する機能を有する

ことを特徴とするレーダ装置。

【請求項 10】

請求項 9 において、

前記受信信号処理部は、前記計測した 2 組の距離及び相対速度が等しい場合に、その変調区間の計測値として使用する機能を有する

10

20

30

40

50

ことを特徴とするレーダ装置。

【請求項 1 1】

請求項 1 において、
アナログ回路部を備えて成り、

該アナログ回路部は、送信系として変調器及び発振器を含む信号生成部と、電力増幅器及び送信アンテナを含む送信部を有して成り、受信系として受信アンテナとミキサ回路と電力増幅器及びA/Dコンバータを含む受信部を有して成り、

前記変調器は、前記第 1 の変調区間と前記第 2 の変調区間を含んだ周波数パターンの変調信号を前記発振器に出力する

ことを特徴とするレーダ装置。

10

【請求項 1 2】

請求項 1 1 において、

前記受信信号処理部は、前記受信部で受信し前記A/Dコンバータでデジタル変換された信号について、所定の関数式に基づくデジタル信号の処理を行い、レーダと標的との相対速度や標的までの距離を求める速度・距離演算機能を有している

ことを特徴とするレーダ装置。

【請求項 1 3】

信号生成部、送信部、受信部及び受信信号処理部を備えて成り、

前記信号生成部で生成され前記送信部から放射される送信信号が、単位の変調区間に、第 1 の送信信号として時間軸に対して周波数傾きを持つ少なくとも 2 つの掃引周波数直線に従う電波を周期的に切り替え遷移しながら送出する時間軸上の第 1 の変調区間と、第 2 の送信信号として時間軸に対して周波数傾きを持たない少なくとも 2 つの掃引周波数直線に従う電波を周期的に切り替え遷移しながら送出する時間軸上の第 2 の変調区間とを含み、前記第 1 変調区間と前記第 2 変調区間とは交互に繰り返され、

20

前記受信信号処理部は、前記第 1 の変調区間の受信信号を用いて算出される計測値と前記第 2 の変調区間の受信信号を用いて算出される計測値とを比較して検出の正誤を判断する機能を有する

ことを特徴とするレーダ装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 において、

前記送信部から放射される送信信号が、前記第 1 の送信信号を送出する第 1 の変調区間と、前記第 2 の送信信号を送出する第 2 の変調区間とを周期的に切り替え遷移しながら送出する時間軸上の区間を有し、

30

前記受信信号処理部は、前記 2 つの時間軸上の区間のうち、いずれか一方の区間で計測された標的までの距離と相対速度の少なくとも 1 つ以上が、もう片方の区間で計測された距離と相対速度と等しい場合に、これらの計測値が正しいと判定する機能を有する

ことを特徴とするレーダ装置。

【請求項 1 5】

請求項 1 3 において、

前記送信部から放射される送信信号が、少なくとも 2 つの周波数の電波を周期的に切り替え遷移しながら送出し、またそれと同時に、時間軸に対して周波数傾きを持つ少なくとも 2 つの掃引周波数直線に従う電波を周期的に切り替え遷移しながら送出される信号であり、

40

前記受信信号処理部は、前記 2 つの変調方式による同時刻における計測結果を比較して検出の正誤を判断する機能を有する

ことを特徴とするレーダ装置。

【請求項 1 6】

送信部から送信信号を送信し該送信信号が検知すべき標的によって散乱した信号を受信部で受信し、受信信号処理部で前記標的の距離もしくは速度を検出するレーダ装置のための信号処理方法であって、

50

前記送信部から、単位の変調区間において、時間軸に対して周波数傾きを持つ少なくとも2つの掃引周波数直線に従う電波を周期的に切り替え遷移しながら送出する時間軸上の第1の変調区間と、時間軸に対して周波数傾きを持たない少なくとも2つの周波数の電波を周期的に切り替え遷移しながら送出する時間軸上の第2の変調区間とを含み、前記第1変調区間と前記第2変調区間とは交互に繰り返される送信信号を放射する過程と、

前記信号処理部にて、前記標的によって反射し前記受信部で受信された前記送信信号の反射波を処理して該標的までの距離又は相対速度の少なくとも一方を求める過程と、

前記受信信号処理部にて、前記第1の変調区間と前記第2の変調区間を含んだ前記反射波に対して、前記一方の変調区間の計測値と前記他方の変調区間の計測値とを比較して検出の正誤を判断する過程とを含んで成る

10

ことを特徴とする信号処理方法。

【請求項17】

請求項16において、

前記受信信号処理部にて、前記2つの時間軸上の区間のうち、いずれか一方の区間で計測された前記標的までの距離及び相対速度からもう片方の区間で計測されるはずの中間周波数を算出する過程と、

前記受信信号処理部にて、算出された前記中間周波数に実際に計測された中間周波数のピークが存在する場合に、計測された前記距離及び相対速度が正しいと判定する過程とを更に含んで成る

ことを特徴とする信号処理方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、連続的な電波を用いて障害物等の標的を検知するレーダ装置及び信号処理方法に係り、例えば、先行車両等の検知物の位置と自車（レーダ装置搭載車）に対する相対速度とを高精度に計測するのに適したレーダ装置及び信号処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車で行進時に障害物や前方走行車までの距離を計測する装置として、ミリ波を利用したレーダ装置が広く利用されている。レーダ装置は電波を放射し、障害物や車両などの標的からの反射波を受信する。そして、受信した反射波の強弱、周波数のドップラシフト、電波の発射から反射波の受信までの伝搬時間などを検出し、その結果から標的までの距離や相対速度を計測する。

30

【0003】

以上のような目的で使用されるレーダの変調方式にはいくつかの方式があるが、代表的なものとしては、FMCW(Frequency Modulated Continuous Wave)方式や2周波CW(Continuous Wave)方式がある。

【0004】

特許文献1には、少なくとも2種類の並列かつ不連続な周波数変調ランプを交互に送出し、各ランプに対応する受信信号の位相差の関数として標的の距離や速度を得る、レーダ方式及び装置が開示されている。

40

【0005】

また、特許文献2には、送信波に2つ以上の周波数勾配を持たせた周波数パターンを採用したFMCW方式及び装置が開示されている。

【0006】

【特許文献1】特開平10-253753号公報

【特許文献2】特開2004-151022号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

50

近年は、レーダ装置を自動車に搭載し、障害物や先行車を検出し、その結果に基づいて運転制御をおこなう定速走行装置や車間距離制御装置が開発、実用化されている。

【 0 0 0 8 】

このような目的で使用されるレーダの変調方式にはいくつかの方式があるが、代表的なものとしては、FMCW(Frequency Modulated Continuous Wave)方式や2周波CW(Continuous Wave)方式がある。

【 0 0 0 9 】

図17は、FMCW方式の送受信周波数パターンの1例を示しており、周波数が時刻の経過に従って直線状に上下に増減するよう変調された電波を送信する。そして標的で反射して戻ってきた反射波を受信し、送受信信号をミキシングすることで得られるビート信号の周波数から以下に説明する処理に基づいて、標的までの距離や相対速度を求める。なお図17中では送信波(Tx)を実線、受信波(Rx)を破線で描いている。

10

【 0 0 1 0 】

標的で反射して戻ってきた受信信号は電波が標的との間を往復するのに要する時間、即ち標的までの距離Rに比例した時間 $=2R/c$ (c:光速)だけ遅延し、さらに標的との相対速度Vに比例した周波数 $f_d = -2Vf/c$ (f:送信波の周波数)だけドップラシフトしている。ただし相対速度Vの符号としては、レーダから遠ざかる向きを正と定義している。

【 0 0 1 1 】

送信波の周波数が高くなりつつある区間に得られるビート信号の周波数(以下ビート周波数と呼ぶ)を f_{bU} 、送信波の周波数が低くなりつつある区間に得られるビート周波数を f_{bD} 、遅延時間 t_d に基づく周波数差を f_r とすると以下の式(1)が成り立つ。

20

【 0 0 1 2 】

【数1】

$$f_{bU} = f_r - f_d$$

$$f_{bD} = f_r + f_d \quad (1)$$

【 0 0 1 3 】

ここで、 f_r は距離Rに比例し、 f_d は相対速度Vに比例するため、式(1)を f_r 、 f_d について解くことにより、距離Rと相対速度Vを求めることができる。

30

【 0 0 1 4 】

ところが、FMCW方式では至近距離を大きな速度で移動する標的については、距離や相対速度を正しく計測できないという問題がある。この問題を解決するために、周波数変化率の絶対値を変化させた送信波を使用する内容が特許文献2に開示されている。

【 0 0 1 5 】

またFMCW方式では、送信波の周波数が高くなりつつある区間で計測されるビート信号と周波数が低くなりつつある区間で計測されるビート信号について、同一の標的による反射信号に基づくものであるか否かを始めに判定しなければならない。しかし、複数の標的が存在する場合、この判定は困難となり、もし判定を誤った場合は実際には存在しない位置に標的が存在するという誤ったデータを出力してしまう危険がある。

40

【 0 0 1 6 】

次に、2周波CW方式では、周波数 f_1 、 f_2 の2つの電波を切り替え遷移しながら送信する。FMCW方式の場合と同様に、標的で反射して戻ってきた反射波を受信し、送受信信号をミキシングすることで f_1 、 f_2 の二つの送信信号に対してそれぞれビート信号が得られる。周波数 f_1 を送信している区間に取得したデータから計測されるビート信号の周波数は標的との相対速度Vに比例したドップラシフト $f_d = -2Vf_1/c$ に等しい。そこで相対速度Vは式(2)によって求まる。

【 0 0 1 7 】

50

【数 2】

$$V = - f_d \times c / (2 \times f_1) \quad (2)$$

【0018】

さらに受信波は標的までの距離 R を往復しているため、受信波の位相は、その受信波が受信された時点での送信波の位相とは異なっている。周波数 f_1 を送信している区間に取得したデータから計測されるこの位相差を ϕ_1 、周波数 f_2 を送信している区間に取得したデータから計測される位相差を ϕ_2 と表すと、式 (3) が成り立つ。

【0019】

【数 3】

$$\Delta \phi_1 - \Delta \phi_2 = 4\pi R \times (f_1 - f_2) / c \quad (3)$$

【0020】

したがって、標的までの距離は式 (3) を R について解くことにより求まる。

【0021】

しかし 2 周波 CW 方式の問題点として以下の点が知られている。

まず、レーダとの相対速度が 0 の標的については、ドップラーシフトが生じないためビート信号が検出されず、標的を検出することができない。

【0022】

また、相対速度が同じ複数の標的が存在する場合には、それらの反射信号が同一のビート周波数として計測されるため分離検出することができない。

【0023】

これらの問題を解決するための手段として、2 周波 CW 方式における送信波に周波数勾配を持たせたレーダ方式が特許文献 1 に開示されており、以下この方式を 2 周波ランプ方式と呼ぶ。

【0024】

この 2 周波ランプ方式によると、例えばレーダとの相対速度が 0 の標的があった場合、その標的で反射して戻ってきた受信波の周波数は、その受信波を受信した時に送信している電波の周波数と異なる。そのため、送受信信号をミキシングすると、標的までの距離に応じたビート周波数が計測される。そしてその標的までの距離や相対速度は 2 周波 CW 方式とほぼ同じ演算によって求めることが出来る。

【0025】

さらにまた、相対速度が等しい複数の標的が存在する場合であっても、それらの標的までの距離が異なればビート周波数も異なる。そしてそれら標的までの距離や相対速度は 2 周波 CW 方式とほぼ同じ演算によって求めることが出来る。

【0026】

上記の 2 周波ランプ方式を利用した場合の問題点を、図 18 を用いて説明する。図 18 は、レーダを搭載し速度 V_i で走行している車両からみた検知すべき他の車両 (Target) までの距離と相対速度の関係の一例を示している。検知すべき車両 (Target) で反射して戻ってきた受信信号のビート周波数が自車に搭載したレーダによって検出される。

ところが図 18 に示す距離 - 相対速度平面において、直線 5 で示す距離、相対速度の条件を満たす標的が他に存在した場合、検知すべき車両 (Target) によるビート周波数と重なる。なお、ここで直線 5 の傾きは送信周波数の時間軸に対する傾きから決定される。このような状況が生じた場合、検知すべき車両 (Target) と、直線 5 の条件を満たす物体とを分離検出することができなくなる。

【0027】

例えば図 8 のように道路の脇に鉄製のフェンスが設置されているような状況下では、フェンスに対する距離、相対速度が一点鎖線 6 で示す条件を満たし、直線 5 と一点鎖線 6 の交わる場所が存在する。したがって検出されるビート信号は車両 (Target) による反射波とフェンスによる反射波の合成波から生成されたものとなる。このとき車両 (Target) に

10

20

30

40

50

よる反射波の位相差 $\theta_1 - \theta_2$ を正確に求めることが不可能となり、計測される距離は大きな誤差を含むことになる。

【0028】

なお、これは2周波CW方式において、相対速度が同一の複数の標的を分離検出できないことに対応している。すなわち、2周波CW方式の場合は、図18中の直線5が横軸と平行になっており、その条件を満たす標的が複数存在する場合に計測される距離は大きな誤差を含むことになる。

【0029】

さらに、2周波ランプ方式では、常に周波数勾配一定の送信波を放射しなければならないが、例えば温度変動などによりこの勾配がずれた場合、それに応じてビート周波数もずれるため計測精度は悪化する。

【0030】

本発明は上記問題点を解消するためになされたものであり、本発明の主たる解決課題は、計測すべき標的以外の標的がレーダの検出視野内に存在した場合でも、標的の距離と速度を精度良く求めることが可能なレーダ装置及び信号処理方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0031】

本発明の代表的なものの一例を示せば以下の通りである。即ち、本発明のレーダ装置は、上記問題点を解決するために、信号生成部、送信部、受信部及び受信信号処理部を備えて成り、前記信号生成部で生成され前記送信部から放射される送信信号が、単位の変調区間において、時間軸に対して周波数傾きを持つ少なくとも2つの掃引周波数直線に従う電波を周期的に切り替え遷移しながら送出する時間軸上の第1の変調区間と、時間軸に対して周波数傾きを持たない少なくとも2つの周波数の電波を周期的に切り替え遷移しながら送出する時間軸上の第2の変調区間とを有し、前記第1変調区間と前記第2変調区間とは交互に繰り返され、前記信号処理部は、標的によって反射し前記受信部で受信された前記送信信号の反射波を処理して該標的までの距離又は相対速度の少なくとも一方を求める機能を有し、前記受信信号処理部は、前記第1の変調区間と前記第2の変調区間を含んだ前記反射波に対して、前記一方の変調区間の計測値と前記他方の変調区間の計測値とを比較して検出の正誤を判断する機能を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0032】

本発明によれば、標的が複数存在する状況において、第1変調区間と第2変調区間のうちいずれか一方で計測結果に大きな誤差が含まれる場合であっても、もう片方の変調区間における計測によって、上記計測結果の正誤を検証することができる。それにより、誤検知データの出力を低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

本発明の代表的な実施例によれば、周波数差を持つ二つ以上の周波数を送信するレーダにおいて、周波数傾きを持つ区間（第1変調区間）と、周波数傾きを持たない区間（第2変調区間）を交互に繰り返す変調方式を用いる。この二つの変調区間において、それぞれ独立に標的までの距離と相対速度を計測することが可能である。本発明の代表的な実施例では、隣り合う変調区間で計測結果を比較し、それらに矛盾がない場合のみ計測結果が正しいと判断する信号処理部を備えている。

【0034】

ここで、計測結果の比較方法として例えば以下の処理に従う。

例えばある時刻において、第1変調区間で標的を検出した場合、そこで計測された距離を用いて、第2変調区間で計測されるはずのビート周波数を推測することができる。そして第2変調区間において実際にこのビート周波数が検出されていた場合に、第1変調区間で計測された距離は正しいと判断する。

【0035】

10

20

30

40

50

この判断手法は、ビート周波数の計測誤差が小さいという、2周波CW方式や2周波ランプ方式の特徴を利用している。つまり上記の例の場合で、もし第1変調区間で計測された距離の誤差が大きかった場合、第2変調区間で検出されるはずであると推測されるビート周波数も誤差の大きいものとなる。一方実際に第2変調区間で検出されるビート周波数は誤差が小さいため、上記の推測値との差異が大きくなり、これによって第1変調区間で計測された距離は誤差が大きかったと判断される。そしてこの計測された距離値を破棄すれば、誤検知データが出力されてしまうことを低減できる。

【0036】

以上で説明したように、2種類の変調区間を有し、さらに双方で計測結果の正誤を検証することにより、誤検知データの出力を抑え、出力される距離と速度の信頼性を向上させることができる。本発明のレーダ装置は、信頼性の高い情報のみを出力するので、障害物や先行車を検出しその結果に基づいて運転制御を行う自動車の定速走行装置や車間距離制御装置に用いるのに適している。

10

【0037】

以下、車両に搭載して用いることを想定した本発明に係る各実施形態を、図を用いて説明する。

【0038】

なお、本発明のレーダ装置の用途は、自動車用に限るものではない。たとえば、家屋に設置して不審者や侵入者を監視する監視システムとして使用することもできる。

【実施例1】

20

【0039】

以下、本発明の第一の実施形態を、図1～図9を用いて説明する。

図1は、本発明の第一の実施例にかかるレーダ方式の送信波の周波数変調を示したグラフである。

図1の通り、本実施例における送信波の周波数変調方式によれば、時間 T の周期で周波数差 f を持つ二つの周波数を交互に切り替えながら送信する。さらに、時間間隔 T よりも大きい時間間隔 T_1 で負の周波数傾きを持つ区間（第1変調区間 = $MO - 1$ ）と、 T よりも大きい時間間隔 T_2 で周波数傾きを持たない区間（第2変調区間 = $MO - 2$ ）を交互に繰り返す。第1変調区間と第2変調区間とで、単位の変調区間（時間間隔 T ）を構成し、第1変調区間で送信する2つの掃引周波数直線を f_{1_1} 、 f_{1_2} 、さらに第2変調区間で送信する2つの周波数直線を f_{2_1} 、 f_{2_2} とする。本実施例では負の周波数傾きを持つ掃引周波数直線 f_{1_1} 、 f_{1_2} を用いて説明するが、正の周波数傾きであっても構わない。

30

【0040】

なお、説明を単純化するために、例えば図1の第1変調区間では f_{1_1} 、 f_{1_2} の繰り返しが3周期分しか描かれていないが、実際には各変調区間においてもっと多い周期を繰り返している。

【0041】

図2に、本実施例を実現するためのレーダ装置の構成例をブロック図で示す。レーダ装置は、送信系として信号生成部及び送信部、受信系として受信部及び受信信号処理部を備えている。すなわち、レーダ装置のアナログ回路部10は、送信系に信号生成部（変調器11、発振器12）、送信部（電力増幅器13、送信アンテナ14）等を備え、受信系に受信部（受信アンテナ15とミキサ回路16、電力増幅器17、A/Dコンバータ18）を備えている。受信系はさらに、A/Dコンバータ18から出力される信号を処理するための受信信号処理部19と、受信信号処理部19の出力を受けて追尾処理を行う追尾処理部20を備えている。また、送信系は、変調コントロール部21を備えている。

40

発振器12には、例えば、その周波数変調端子に印加される制御電圧 V_{cont} に応じて発振周波数が変化することによりミリ波帯などの超高周波信号を発生する電圧制御型発振器を用いる。信号生成部の変調器11は、図1で示した周波数パターンに従って発振器12を発振させるための制御電圧 V_{cont} を出力する。変調コントロール部21は、製造過程のばらつきや温度などの使用環境の変化にかかわらず発振器12から所定の周波数パターンの

50

変調信号が出力されるように、変調器 11 から出力する制御電圧 V_{cont} を制御する。このようにして、発振器 12 は、図 1 で示した周波数パターンで発振する。

【0042】

高周波信号は、電力増幅器 13 で増幅された後、送信アンテナ 14 から送信電波として監視領域へむけて照射される。送信アンテナ 14 から送信された電波は照射域内の標的に反射され、返ってきた電波信号は受信アンテナ 15 により受信される。この受信信号はミキサ回路 16 で発信信号とミキシングされることによってビート信号が生成され、これが電力増幅器 17 へ出力される。電力増幅器 17 で増幅され出力された信号は、A/Dコンバータ 18 によってデジタル信号に変換された後、受信信号処理部 19 へ送られる。受信信号処理部 19 は、DSP (Digital Signal Processor) などの演算処理機を備えており、送信信号が標的によって反射した反射波を受信部で受信しデジタル変換された信号について、所定の関数式などに基づいて演算処理プログラム等によるデジタル信号の処理を行い、レーダと標的との相対速度や標的までの距離を求める速度・距離演算機能を有している。また、受信信号処理部 19 は第 1 の変調区間と第 2 の変調区間を含んだ変調波形の反射波に対して、一方の変調区間の計測値と他方の変調区間の計測値とを比較して検出の正誤を判断する正誤判断機能も備えている。

10

【0043】

この信号処理部 19 で行われる速度・距離演算処理の一部を、図 3 から図 9 を用いて説明する。

【0044】

20

まず第 1 変調区間における、標的までの距離 R と標的の相対速度とを計測する原理について説明する。

【0045】

距離 R に標的が存在した場合、周波数 f_{1_1} を送信している区間に取得したデータから計測されるこのビート信号の位相 ϕ_{1_1} と、周波数 f_{1_2} を送信している区間に取得したデータから計測されるビート信号の位相 ϕ_{1_2} の差は式 (4) になる。

【0046】

【数 4】

$$\Delta\phi_{1_1} - \Delta\phi_{1_2} = 4\pi R \times (f_{1_1} - f_{1_2}) / c \quad (4)$$

30

【0047】

したがって距離 R は式 (4) を R について解いた式 (5) によって求まる。

【0048】

【数 5】

$$R = c \times (\Delta\phi_{1_1} - \Delta\phi_{1_2}) / 4\pi (f_{1_1} - f_{1_2}) \quad (5)$$

【0049】

相対速度の計測についてはビート信号の周波数を利用する。周波数 f_{1_1} を送信している区間に取得したデータから計測されるビート信号の周波数 (f_{b1_1}) は標的との相対速度に比例したドップラーシフト $f_d = -2Vf_{1_1}/c$ と、受信波を受けるまでの遅延時間 $t = 2R/c$ に比例した周波数シフト $ft = -2Rf'_{1_1}/c$ の和からなり、式 (6) のように表せる。なおここで、 f'_{1_1} は掃引周波数直線 f_{1_1} の傾きである。

40

【0050】

【数 6】

$$f_{b1_1} = -2Vf_{1_1}/c - 2Rf'_{1_1}/c \quad (6)$$

【0051】

標的とレーダとの相対速度は式 (6) を相対速度 V について解くことにより、式 (7)

50

で求まる。

【 0 0 5 2 】

【数 7】

$$V = -c \times f_{b1_1} / 2f_{1_1} - Rf'_{1_1} / f_{1_1} \quad (7)$$

【 0 0 5 3 】

次に、第 2 変調区間における、標的までの距離と標的の相対速度とを計測する原理について説明する。第 2 変調区間は 2 周波 CW 方式と同様にして、式 (8) によって相対速度が算出される。距離は式 (5) により求まる。

10

【 0 0 5 4 】

【数 8】

$$V = -c \times f_{b2_1} / 2f_{2_1} \quad (8)$$

【 0 0 5 5 】

以上で説明したように、二つの変調区間において、それぞれ独立に標的までの距離と相対速度を計測することが可能であり、それらは第 1 変調区間、第 2 変調区間が終了するたびに演算できる。

【 0 0 5 6 】

20

次に、上記 2 つの変調区間の計測結果を追尾処理へ出力するまでの処理を、図 3、図 4 のフローチャートを中心に、図 5、図 6、図 8 を参照しながら説明する。

【 0 0 5 7 】

図 8 は、レーダを搭載した車両と検知すべき車両および道路脇のフェンスの位置関係を示す図であり、レーダ 1 を搭載した車両 (自車) 2 が速度 V_i で走行している。先行の車両 3 は計測すべき標的であり、さらに、道路の脇には鉄製のフェンス 4 が設置されているものとする。

【 0 0 5 8 】

最初に、第 1 変調区間 MO - 1 中に取得されたデータに対する処理について説明する。なお図 3 のフローチャートで示す処理は、第 1 変調区間 MO - 1 の終了直後直ちに起動するものとする。

30

【 0 0 5 9 】

まずステップ 10 において、第 1 変調区間 (MO - 1) 中に取得されたデータに対して計測処理を施し、標的までの距離と相対速度を求める。この変調区間に得られたビート周波数を f_{b1} と記し、またここで求めた距離値を R_1 、相対速度値を V_1 と記す。

【 0 0 6 0 】

次に、ステップ 20 において、ステップ 10 で得られた R_1 、 V_1 にもとづいて、第 2 変調区間 (MO - 2) で計測されると推測されるビート周波数 (中間周波数) f_{b2} を式 (9) により算出する。

【 0 0 6 1 】

40

【数 9】

$$f_{b2} = \left| 2 \times V_1 \times f_{2_1} / c \right| \quad (9)$$

【 0 0 6 2 】

なお、式 (9) の右辺では f_{2_1} を用いたが、 f_{2_2} を用いても差異は微小であり、 f_{b2} は同一と近似される。

【 0 0 6 3 】

第 1 変調区間では送信周波数が傾きを持っているため一般に f_{b1} と f_{b2} は異なる値となり、例えば接近する標的に関して周波数スペクトルを観察した場合、第 1 変調区間では図 6 A に実線で示したようになり、第 2 変調区間では図 6 B に実線で示したようになる。なお

50

、図 6 A、図 6 B 中に破線で示した $SS - TH$ は、ノイズと区別して信号の有無を識別するための閾値であり、この閾値を越える信号強度を持つピークがあった場合に、それが標的からの反射信号であると判断される。

【 0 0 6 4 】

続くステップ 2 2 では、推測された中間周波数値 f_{b_2} が 0 付近であるか否かを判定する。一般に 0 付近の周波数ではノイズレベルが大きい。図 5 にこの様子を示しており、実線がノイズレベルを示している。0 付近であると判定するための基準となる周波数値 f_{n_0} として、例えば周波数分解能の 10 倍よりも小さい絶対値を予め設定しておく。推測された周波数値 f_{b_2} の絶対値がこの周波数値 f_{n_0} よりも小さい場合に、0 付近であると判定する。 f_{b_2} が 0 付近であると判断された場合、第 2 変調区間で f_{b_2} に対応する周波数を検出できない可能性が高い。これは図 5 で示すように本来存在するはずの周波数ピークがノイズに埋もれて観測されにくくなるためである。

10

【 0 0 6 5 】

つまり、このような状況が発生した場合、第 1 変調区間で検出された標的を第 2 変調区間で検出できない。そのため計測された R_1 、 V_1 の正誤を検証できないので、暫定的に正しい計測であると考えて、データを破棄することなくステップ 2 6 に進み、この計測結果を追尾処理部へ出力する。

【 0 0 6 6 】

以上のステップ (ステップ 2 2 で YES, ステップ 2 6) を経ることで、相対速度 V が零の物体を検知できる。

20

【 0 0 6 7 】

ステップ 2 2 で、 f_{b_2} が 0 付近であると判断されなかった場合は、ステップ 2 4 に進み、 R_1 、 V_1 を求めた第 1 変調区間の一つ前または一つ後の変調区間である第 2 変調区間において周波数 f_{b_2} のビート信号があるか否かを調べる。

【 0 0 6 8 】

そして周波数 f_{b_2} のビート信号が検出されている場合は、 R_1 、 V_1 は正しい計測値であると判断する。なぜなら、ビート周波数の計測精度は高いため、 f_{b_2} が第 2 変調区間で計測された場合は f_{b_2} を算出するために使用した V_1 、さらには V_1 を算出するために使用した R_1 も正しいと考えられるからである。この時はステップ 2 6 へ進み計測結果 R_1 、 V_1 を追尾処理部へ出力する。

30

【 0 0 6 9 】

一方、隣接する第 2 変調区間で周波数 f_{b_2} のビート信号が検出されなかった場合は計測値 V_1 、さらには V_1 を算出するために使用した R_1 が誤差を含んでいると考えられるので、追跡処理部へデータを送ることなく処理を終了する。

【 0 0 7 0 】

以上のステップ (ステップ 2 2 で NO, ステップ 2 4) を経ることで、ビート周波数が同一の物体と干渉するなどして大きな誤差の含んだ計測データを追尾処理部へ出力してしまうことを防ぐことができる。

【 0 0 7 1 】

以上、第 1 変調区間 (MO - 1) の終了直後に起動する処理内容について説明した。

40

【 0 0 7 2 】

次に、第 2 変調区間 (MO - 2) の終了直後に起動する処理内容を図 4 に示す。ここでの処理内容は図 3 を用いて既に説明した処理内容のうち、第 1 変調区間と第 2 変調区間に対応する処理内容が入れ替わったものである。まずステップ 3 0 において、第 2 変調区間 (MO - 2) 中に取得されたデータに対して計測処理を施し、標的までの距離と相対速度を求める。次に、ステップ 3 2 において、ステップ 3 0 で得られた R_2 、 V_2 にもとづいて、第 1 変調区間 (MO - 1) で計測されると推測されるビート周波数 (中間周波数) f_{b_1} を算出する。このビート周波数 f_{b_1} は前の式 (9) に変わって式 (10) により算出される。

【 0 0 7 3 】

50

【数 10】

$$f_{bl} = | 2 \times V_2 \times f_{2-1} / c + 2 \times R_2 \times f'_{1-1} / c | \quad (10)$$

【0074】

以下、図3の場合と同様な処理を行う(ステップ34~38)。図4のステップ30、32、34(YES)、38を経ることで、ゆっくりと離間する物体でも検知可能になる。また、図4のステップ30、32、34(NO)、36を経ることで、誤差の大きな計測値を追尾処理部へ出力してしまう可能性を大きく低減できる。

【0075】

次に、図3の計測処理ステップ10(図4の計測処理ステップ30も同じ)で行う処理について、図7を用いて簡単に説明する。まず、各変調区間において取得されたデータに対してステップ12で高速フーリエ変換(FFT)を施し、周波数スペクトルを得る。標的による反射波を受信した場合、そのビート信号は信号対雑音電力比(S/N)の大きいピークとして例えば図6A、図6BでSS-p1、SS-p2として示したように観測される。このようにして観測されるピークSS-p1、SS-p2を次のステップ14で抽出する。ここで抽出されたピークに対して、ステップ16において既に説明した計測原理に従って距離や相対速度を計算する。

10

【0076】

追尾処理部20では信号処理部19からの出力を受けて、標的の追尾処理を行う。この追尾処理部20では、過去の検知標的計測情報から予測される現在の計測情報に基づいて、実際に現在算出した情報を補正する。この補正手段としては、従来からレーダ技術の分野で用いられているカルマンフィルターや - フィルタなどを用いる。

20

【0077】

次に、図9により、本発明の実施例の効果を説明する。

図8中の車両3で反射して戻ってきた受信信号のビート周波数はレーダ1によって検出される。ところが、図18に示したように、距離-相対速度平面において、直線5で示す距離、相対速度の条件を満たす標的が他に存在した場合、第1変調区間(MO-1)では、その標的からのビート周波数は車両3によるビート周波数と重なる。なおここで、直線5の傾きは図1の第1変調区間(MO-1)における送信周波数の時間軸に対する傾きから決定される。このような状況が生じた場合、第1変調区間(MO-1)、第2変調区間(MO-2)それぞれにおいて計測された距離値をそのまま出力すると図9Aのようになる。つまり第1変調区間で計測された距離値は誤差が大きくなっているため、図9Aの様に車両3の真の位置7以外の距離値を持つデータも出力される。

30

【0078】

本実施例では、単位の変調区間(時間間隔T)ごとに、第1変調区間、第2変調区間の両ビート周波数を検知し、一方の変調区間の計測データが正しいか否かを、他方の変調区間で計測されるはずの周波数がゼロ付近か否か及びピークが存在するか否かの情報で判断するため、真の位置を示す直線7の条件を満たさない計測データは破棄される。そのため本実施例によれば、図9Bに示すように、車両3の正しい距離値のみを出力することが可能になる。

40

【0079】

以上に説明した本実施例の処理に従えば、例えば片方の変調区間で単なるノイズの周波数に対して計測処理を施してしまった場合や、或いはビート周波数が同一になる複数の標的が存在したために計測誤差が生じた場合でも、追尾処理にその誤った計測結果を出力してしまうことを防げるため、最終的に信頼性の高い情報のみを出力することが可能となる。

【0080】

さらに、誤検知データの出力を低減できることで、通常追尾処理内で行われる誤検知データの判定処理やデータの廃棄処理の計算量も低減される。そのため信号処理量をあまり増大させることなく、ビート信号を検出するための閾値を下げる事が可能になる。その

50

結果、微弱な反射信号も検出可能となるため、標的の検知距離が拡大する。

【実施例 2】

【0081】

次に、本発明の第 2 の実施例について説明する。本実施例における送信周波数パターンを図 10 に示し、処理のフローチャートを図 11 に示す。本実施例では、第 1 の実施例で既に説明した第 1 変調区間 (MO - 1)、第 2 変調区間 (MO - 2) の組合せにおいて、第 1 変調区間が、互いに周波数勾配の符号を反転させた 2 つの周波数勾配を持つ 2 つ (複数) のサブ変調区間 (MO - 11)、(MO - 12) で構成されている。

【0082】

実施例 1 においては 2 つの変調区間の計測結果を用いてデータの正誤を検証していたが、本実施例ではデータの正誤の検証に 3 つの変調区間の計測結果を用いる。

10

【0083】

その信号処理の一例のフローチャートを図 11 に示す。この処理は第 1 変調区間の第 1 サブ変調区間 (MO - 11) が終了後直ちに起動するものとする。

【0084】

例えばある時刻において、第 1 変調区間の第 1 サブ変調区間で距離 R_1 、相対速度 V_1 が計測されたとする (ステップ 60)。この時、ステップ 62 において、 R_1 、 V_1 の値を用いて第 2 変調区間で計測されると推測されるビート周波数 f_{b2} を式 (9) により算出し、さらに第 1 変調区間の第 2 サブ変調区間 (MO - 12) で計測されると推測されるビート周波数 f_{b3} を式 (11) により算出する。

20

【0085】

【数 11】

$$f_{b3} = | 2 \times V_1 \times f_{2_1} / c - 2 \times R_2 \times f'_{1_1} / c | \quad (11)$$

【0086】

続いて、ステップ 64 において、 R_1 および V_1 を計測した第 1 変調区間の第 1 サブ変調区間よりも 1 区間または 2 区間前に存在する第 2 変調区間、第 1 変調区間の第 2 サブ変調区間において、周波数 f_{b2} 、 f_{b3} のビート信号があるか否かを調べる。

【0087】

そして f_{b2} 、 f_{b3} のうち少なくとも一つ以上のビート周波数 f_{b2} 、 f_{b3} が検出されている場合に、第 1 変調区間の第 1 サブ変調区間の計測値 R_1 、 V_1 は正しい計測値であると判断する。なぜなら、ビート周波数の計測精度は高いため、 f_{b2} 、 f_{b3} が変調区間で計測された場合はそれを算出するために使用した R_1 、 V_1 も正しいと考えられるからである。この時はステップ 66 へ進み計測結果を追尾処理部へ出力する。一方、隣接する第 2 変調区間や第 1 変調区間の第 2 サブ変調区間で周波数 f_{b2} 、 f_{b3} のビート信号が検出されなかった場合は計測値が誤差を含んでいると考えられるので、追跡処理部へデータを送ることなく処理を終了する。

30

【0088】

第 1 の実施例の場合では、 f_{b2} が 0 付近であった場合、 R_1 、 V_1 の正誤を検証できなかった。しかし、本実施例では f_{b2} 、 f_{b3} の両方が同時に 0 となることがないので、 R_1 、 V_1 が正しい計測値であれば少なくともいずれかの変調区間において、推測されたビート周波数が存在し、データの正しさを保証することが可能となる。

40

【0089】

以上の処理により、第 1 の実施例に比べて、データの信頼度をさらに向上させることが出来る。

【実施例 3】

【0090】

次に、第 3 の実施例について説明する。本実施例における送信周波数パターンを図 12 に示す。この例は、第 1 変調区間で切り替え遷移しながら送信する 2 つの掃引周波数直線の時間軸に対する勾配が異なっていることを特徴としている。処理のフローは、基本的に

50

は図4、図7と同じである。

【0091】

二つの勾配を持つ掃引周波数直線に応じて2つの周波数スペクトルを計測する。この時、ある標的によるビート信号は異なる周波数として計測される。

【0092】

ある時刻において、第2変調区間で距離 R_2 、相対速度 V_2 が計測されたとする。この値を用いて第1変調区間で計測されるはずのビート周波数は式(12)のようになる。

【0093】

【数12】

$$f_{b1_1} = | 2 \times V_2 \times f_{1_1} / c - 2 \times R_2 \times f'_{1_1} / c |$$

$$f_{b1_2} = | 2 \times V_2 \times f_{1_2} / c - 2 \times R_2 \times f'_{1_2} / c | \quad (12)$$

【0094】

ただし、 f'_{1_1} 、 f'_{1_2} は第1変調区間における2つの掃引周波数直線の傾きである。

【0095】

計測されるはずのビート周波数が2つあるので、実施例2の場合と同様に、 f_{b1_1} 、 f_{b1_2} のいずれかが0付近となる場合であっても、もう片方のビート周波数は検出されるはずである。したがって、 R_2 、 V_2 が正しい計測値であれば、第1変調区間で得られる2つの周波数スペクトルのうち少なくとも1つ以上で、推測されたビート周波数が検出され、データの正しさを保証することが可能となる。

【0096】

以上の処理により、第1の実施例にくらべて、データの信頼度をさらに向上させることが出来る。

【実施例4】

【0097】

次に、第4の実施例について説明する。本実施例における送信周波数パターンを図13に示す。第1～3の実施例においては、2つの周波数を時間間隔 T で切り替え遷移していたが、本実施例においては、さらに第3の周波数も使用し、第1変調区間(MO-1)、第2変調区間(MO-2)で夫々3つの周波数を時間間隔 T で切り替え遷移しながら送信する。処理のフローチャートは基本的には図3、図4と同じであるが、ステップ10とステップ30において以下に説明する新たな処理が追加される。

【0098】

2周波CW方式のように位相差を利用して標的までの距離を計測する方式では、位相が [radian] を過ぎてしまうと計測距離が折り返されて、実際の距離よりも小さい値を算出してしまうことがある。

【0099】

本実施例では、図3のステップ10(あるいはステップ30)において、 f_1 と f_2 を用いて計測した距離値と、 f_1 と f_3 を用いて計測した距離値が等しい場合に、第1変調区間の計測値として使用するという条件を追加する。

【0100】

この条件により、上記の距離折り返し現象が発生した場合には上記の方法で求めた2つの計測値は一致せず、その計測値を使用しなくなるため、誤検知データを出力してしまう危険性を低減することができる。

【0101】

以上の処理により、計測距離が折り返されて実際の距離よりも小さい値を算出してしまうことを排除するので、第1の実施例に比べて、データの信頼度をさらに向上させることが出来る。

【実施例5】

10

20

30

40

50

【0102】

次に、第5の実施例について説明する。図14に本実施例を実現するためのレーダ装置のブロック図を示し、処理のフローチャートを図15に示す。本実施例のレーダ装置は2組のレーダを使用しており、片方のレーダは2周波CW方式、もう片方のレーダは2周波ランプ方式の送信周波数パターンに従う電波を送信する。30は2周波CW方式レーダ装置の高周波回路部であり、変調器31、発振器32、電力増幅器33、送信アンテナ34、受信アンテナ35、ミキサ回路36、電力増幅器37、A/Dコンバータ38を備えている。また、40は2周波ランプ方式のレーダ装置の高周波回路部であり、変調器41、発振器42、電力増幅器43、送信アンテナ44、受信アンテナ45、ミキサ回路46、電力増幅器47、A/Dコンバータ48を備えている。50は両レーダに共通の受信信号処理部、51は追尾処理部、52は変調器コントロール部である。

10

【0103】

第1～4の実施例においては、周波数傾きを持つ区間と周波数傾きを持たない区間の計測結果が交互に得られていたが、本実施例では2周波CW方式レーダ装置の高周波回路部30と2周波ランプ方式のレーダ装置の高周波回路部40が同時に動作するので、計測結果を同時に得ることが可能になる(図15のステップ50, 52)。そして信号処理部50では、上記の同時に得られたデータに矛盾が無い時にのみ、計測結果を追尾処理へ出力することにする(図15のステップ54, 56, 58)。

【0104】

本実施例を用いると、2つの変調パターンで同時に計測することが可能になるため、標的の相対速度が時間的に大きく変化する場合であっても、両者の計測結果に差が生じにくく、信頼度が増大する。

20

【実施例6】

【0105】

次に、本発明の第6の実施例について説明する。本実施例では信号処理部19における処理内容が実施例1と異なっており、図3、図4で示した処理フローの代わりに図16で示すフローチャートに従って処理を行う。なお、本処理フローは第2変調区間が終了後直ちに起動する場合について説明するが、第1変調区間終了直後に起動しても構わない。ただしこの場合は、フローチャート中のステップ60とステップ62が入れ替わることになる。

30

【0106】

まず、ステップ60において、第1変調区間中にサンプリングされたデータに対して計測処理を実施し、標的までの距離と相対速度を求める。ここで求めた距離値を R_1 、相対速度値を V_1 と記す。

【0107】

次に、ステップ62において、第2変調区間中にサンプリングされたデータに対して計測処理を実施し、標的までの距離と相対速度を求める。ここで求めた距離値を R_2 、相対速度値を V_2 と記す。

【0108】

続くステップ64において、ステップ60、62で求めた計測値を比較して、同一標的に基づく計測値があるか否かを判定する。ここでは例えば、式(13)の2つの式を同時に満たす計測値があった場合に、2つに変調区間で同一の標的を検出できていたと判断する。

40

【0109】

【数13】

$$R_1 - R_2 < R_e$$

$$V_1 - V_2 < V_e$$

(13)

50

【0110】

なおここで、 Re 、 Ve は予め設定しておいた閾値である。

【0111】

ステップ64で同一の標的を検出できていたと判断した場合、ステップ66の補正処理1では第1変調区間と第2変調区間の計測値の平均値を計算するなどの補正処理を行い、続くステップ70で追尾処理部へ出力する。

【0112】

一方、ステップ64で同一の標的を検出できていたと判断されなかった場合、ステップ68の補正処理2へ進む。ここでは単に計測結果を破棄するだけでも良いし、例えば過去の履歴情報などに基づいて正しい計測結果であると判断できる計測データがあれば、そのデータを保持するという処理を行っても良い。

10

【0113】

以上に説明した処理に従えば、例えば片方の変調区間で単なるノイズの周波数に対して計測処理を施してしまった場合や、或いはビート周波数が同一になる複数の標的が存在したために計測誤差が生じた場合でも、その誤った計測結果を追尾処理部へ出力してしまうことを防げるため、最終的に信頼性の高い情報のみを出力することが可能となる。また、第1変調区間と第2変調区間の計測データを同等に扱うことになるため第1の実施例に比べて実装が容易になるという利点もある。また、ステップ66の補正処理において、標的の相対速度として第2変調区間の計測値を使用することにすれば、相対速度の計測精度が向上する。これは第2変調区間の送信周波数が周波数勾配を持たないため、第1変調区間よりも温度変動の影響を受けにくいからである。

20

【図面の簡単な説明】

【0114】

【図1】本発明の第一の実施形態に係るレーダ装置の送信周波数パターンを示す図である。

【図2】本発明の第一の実施形態に係る回路構成を示すブロック図である。

【図3】第1実施例における信号処理部の第1変調区間に対応する処理内容を示すフローチャートである。

【図4】第1実施例における信号処理部の第2変調区間に対応する処理内容を示すフローチャートである。

30

【図5】ビート周波数が0付近の場合に、そのビート信号とノイズの関係を示す図である。

【図6A】第1実施例における第1変調区間に計測される周波数スペクトルの一例を示す図である。

【図6B】第1実施例における第2変調区間に計測される周波数スペクトルの一例を示す図である。

【図7】図3及び図4における、検知標的の位置情報などを計測する処理の詳細を示すフローチャートである。

【図8】レーダを搭載した車両と検知すべき車両および道路脇のフェンスの位置関係を示す図である。

40

【図9A】本発明の第1実施例における信号処理部の処理内容を実施しない場合のレーダ出力結果を説明する図である。

【図9B】本発明の第1実施例における信号処理部の処理内容を実施した場合のレーダ出力結果を説明する図である。

【図10】第2実施例におけるレーダ装置の送信周波数パターンを示す図である。

【図11】第2実施例における信号処理部の処理内容を示すフローチャートである。

【図12】第3実施例におけるレーダ装置の送信周波数パターンを示す図である。

【図13】第4実施例におけるレーダ装置の送信周波数パターンを示す図である。

【図14】第5実施例におけるレーダ装置の回路構成を示すブロック図である。

【図15】第5の実施例における信号処理部の処理内容を示すフローチャートである。

50

【図16】第6実施例における信号処理部の処理内容を示すフローチャートである。

【図17】FMCW方式の送信周波数パターンと受信波の関係を示す図である。

【図18】距離 - 相対速度平面における2周波ランプ方式の検知手法を示す図である。

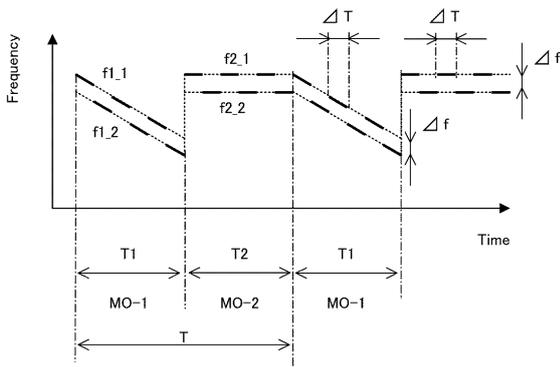
【符号の説明】

【0115】

- 1 ... 本発明にかかるレーダ装置
- 2 ... レーダを搭載した車両
- 3 ... 前方を走行する車両
- 4 ... 道路脇に設置されたフェンス
- 5 ... 標的によるビート信号の周波数と同じビート周波数を生じさせる標的の距離、相対速度条件
- 6 ... フェンスのレーダに対する距離、相対速度のとり得る値
- 7 ... 真の位置を示す直線
- 10 ... レーダ装置の高周波回路部
- 11 ... 変調器
- 12 ... 発振器
- 13 ... 電力増幅器
- 14 ... 送信アンテナ
- 15 ... 受信アンテナ
- 16 ... ミキサ回路
- 17 ... 電力増幅器
- 18 ... A/Dコンバータ
- 19 ... 受信信号処理部
- 20 ... 追尾処理部
- 21 ... 変調コントロール部。

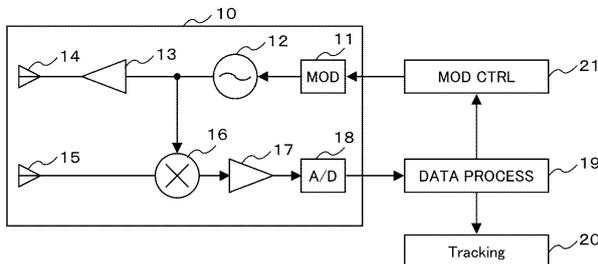
【図1】

図1



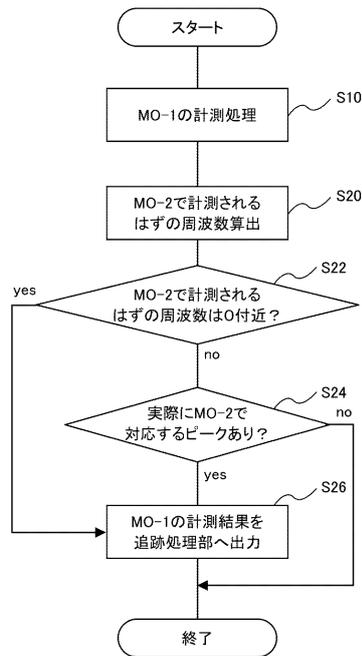
【図2】

図2



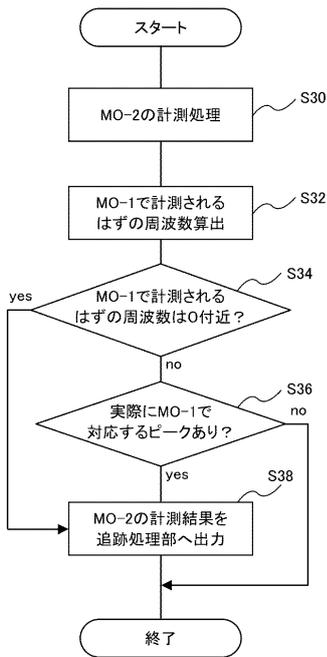
【図3】

図3



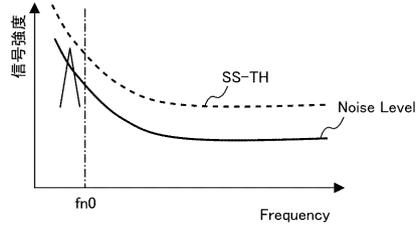
【図4】

図4



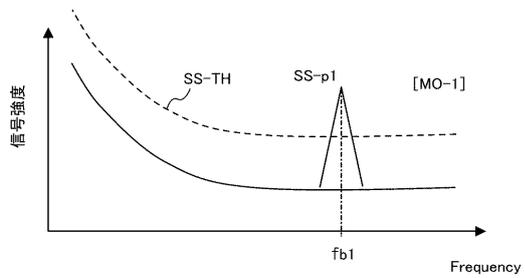
【図5】

図5



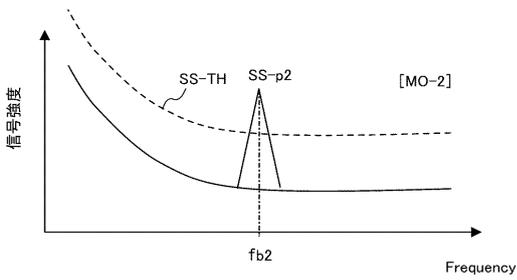
【図6A】

図6A



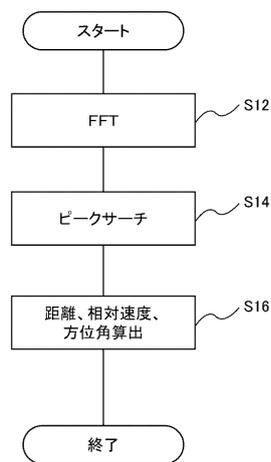
【図6B】

図6B



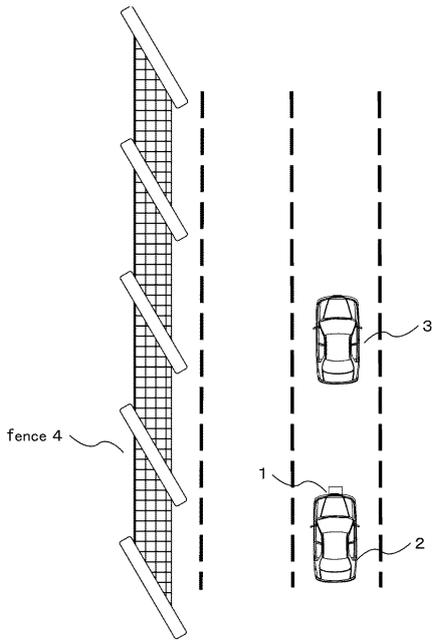
【図7】

図7



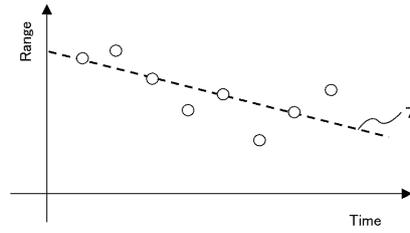
【図8】

図8



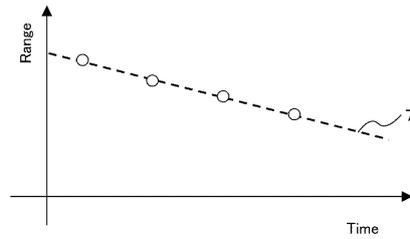
【図9A】

図9A



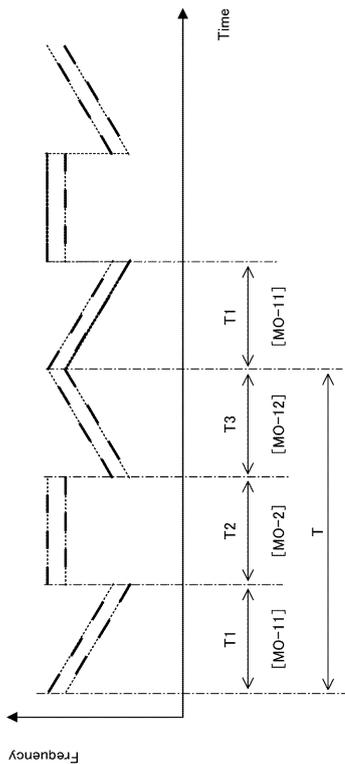
【図9B】

図9B



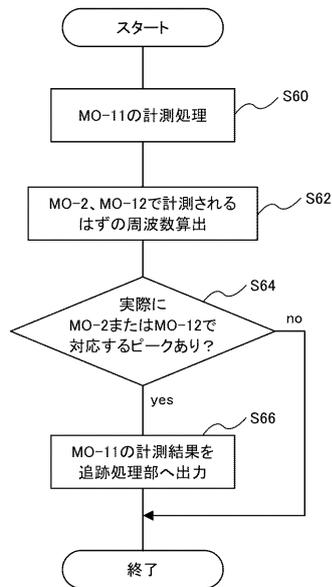
【図10】

図10



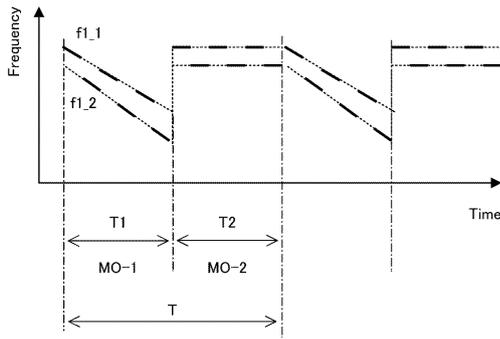
【図11】

図11



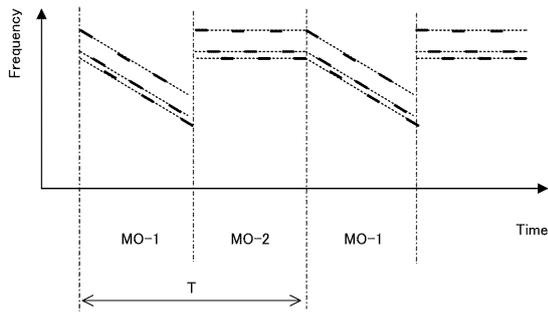
【 図 1 2 】

図 1 2



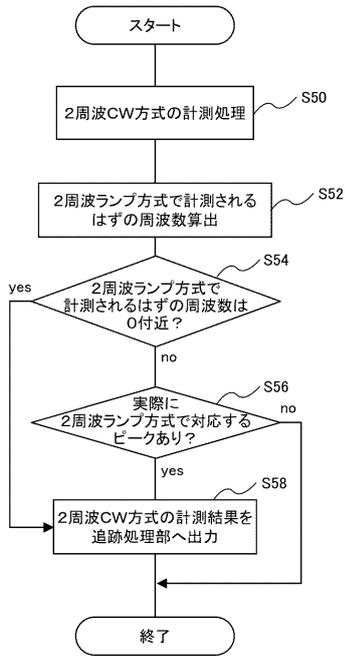
【 図 1 3 】

図 1 3



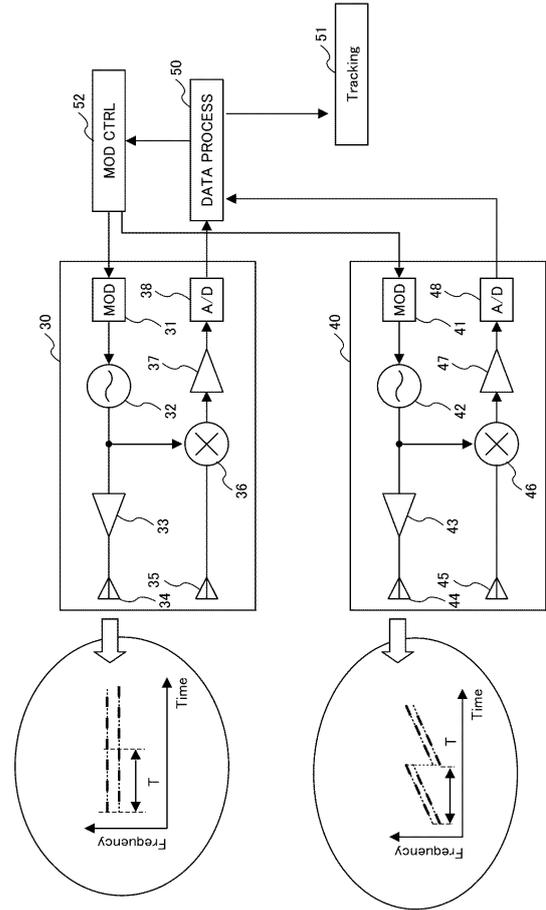
【 図 1 5 】

図 1 5



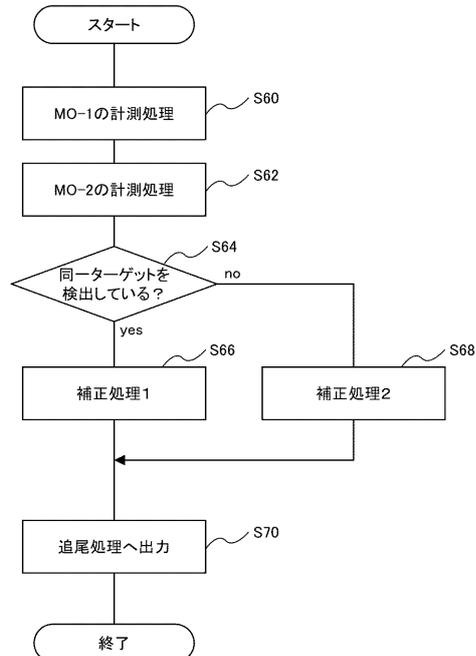
【 図 1 4 】

図 1 4



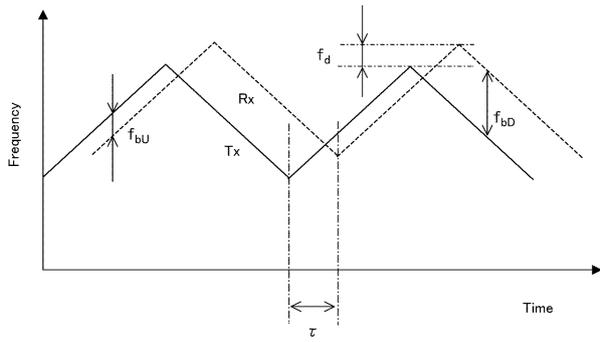
【 図 1 6 】

図 1 6



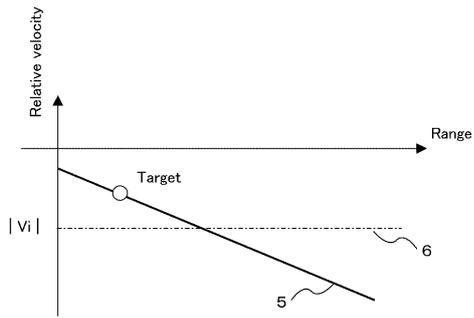
【 17 】

17



【 18 】

18



フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第03/048802(WO, A1)
特開平07-020233(JP, A)
特開平10-253753(JP, A)
特開昭55-104773(JP, A)
特開2000-292530(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/00 - 7/42
13/00 - 13/95