

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3797277号
(P3797277)

(45) 発行日 平成18年7月12日(2006.7.12)

(24) 登録日 平成18年4月28日(2006.4.28)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 S 13/34 (2006.01) GO 1 S 13/34
GO 1 S 13/93 (2006.01) GO 1 S 13/93 Z

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2002-163349 (P2002-163349)	(73) 特許権者	000006231
(22) 出願日	平成14年6月4日(2002.6.4)		株式会社村田製作所
(65) 公開番号	特開2004-12198 (P2004-12198A)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(43) 公開日	平成16年1月15日(2004.1.15)	(74) 代理人	100084548
審査請求日	平成15年9月12日(2003.9.12)		弁理士 小森 久夫
		(72) 発明者	中西 基
			京都府長岡京市天神二丁目26番10号
			株式会社村田製作所内
		(72) 発明者	石井 徹
			京都府長岡京市天神二丁目26番10号
			株式会社村田製作所内
		(72) 発明者	西村 哲
			京都府長岡京市天神二丁目26番10号
			株式会社村田製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーダ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

周波数が次第に上昇する上り変調区間と、周波数が次第に下降する下り変調区間とを交互に繰り返す送信信号を送信し、物標からの反射信号を含む受信信号を受信する送受信手段と、

前記送信信号と前記受信信号との周波数差の信号であるビート信号の周波数スペクトルに関するデータを求める周波数分析手段と、

同一物標に起因して生じた、前記上り変調区間のビート信号の周波数スペクトルに現れる第1突出部と、前記下り変調区間のビート信号の周波数スペクトルに現れる第2突出部とのペアを抽出するペア抽出手段と、

該ペアをなす2つの突出部の周波数に基づいて、物標の相対距離・相対速度の少なくとも一方を検知する手段とを備えたレーダにおいて、

当該レーダが搭載された移動体の移動速度のデータを入力する手段を設け、

前記ペア抽出手段が、前記移動速度のデータに基づき、静止物に対応した、上り変調区間と下り変調区間のビート信号の周波数スペクトルに現れる突出部の周波数差を逆算するとともに、該周波数差に対応する突出部の組み合わせのペア評価値には所定の重みを付けた上で、該ペア評価値の高い順に突出部の組み合わせを抽出するようにしたレーダ。

【請求項2】

前記ペア抽出手段は、前記第1突出部と前記第2突出部との信号強度の一致度を、前記周波数差に対応する突出部の組み合わせには所定の重みを付けた上で求め、該一致度から

前記ペア評価値を求めるようにした請求項 1 に記載のレーダ。

【請求項 3】

前記送信信号のビーム方位を所定走査範囲に亘って変化させる走査手段を備え、前記ペア抽出手段は、前記第 1 突出部と前記第 2 突出部との方位の一致度を、前記周波数差に対応する突出部の組み合わせには所定の重みを付けた上で求め、該一致度から前記ペア評価値を求めるようにした請求項 1 または 2 に記載のレーダ。

【請求項 4】

前記送信信号のビーム方位を所定走査範囲に亘って変化させる走査手段を備え、前記ペア抽出手段は、前記第 1 突出部と前記第 2 突出部との方位方向の信号強度プロファイルの相関度を、前記周波数差に対応する突出部の組み合わせには所定の重みを付けた上で求め、該相関度から前記ペア評価値を求めるようにした請求項 1、2 または 3 に記載のレーダ。

10

【請求項 5】

前記周波数差の関係となるペアが、方位方向にまたは距離方向に所定数連続した場合に、それらを連続静止物と判定する手段を設けた請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のレーダ。

【請求項 6】

前記連続静止物の存在領域に、前記周波数差に対応しないペアによる物標を検知したとき、当該ペアの抽出が誤りであるものとして判定する手段を設けた請求項 5 に記載のレーダ。

【請求項 7】

前記連続静止物より遠方に検知した物標に関しては、当該検知結果を出力しない手段を設けた請求項 5 または 6 に記載のレーダ。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、連続波を周波数変調した電波を送受信して物標の探知を行うレーダに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、例えば車載用レーダとして、ミリ波を利用した FM - CWレーダが開発されている。FM - CWレーダは、連続波 (CW) を周波数変調 (FM) した電波を送受信して物標の探知を行う。すなわち、周波数が次第に上昇する上り変調区間と、周波数が次第に下降する下り変調区間とを繰り返す送信信号を送信し、物標からの反射信号を含む受信信号を受信するようにし、送信信号と受信信号との周波数差の信号であるビート信号の周波数スペクトルに基づいて物標の相対距離および相対速度を求めるものである。また、上記の動作を所定方位を向く 1 つのビームについて行い、そのビーム方位を順次変化させることによって、所定方位角範囲について分布する物標の方位を求める。

30

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

物標が単一である場合には、上り変調区間と下り変調区間において、物標からの反射波に基づくビート信号の周波数スペクトルにそれぞれ単一の突出部が生じる。従って、その突出部のピーク周波数を、上り変調区間のビート信号の周波数 (以下「アップビート周波数」という。) と下り変調区間のビート信号の周波数 (以下「ダウンビート周波数」という。) とに基づいて、物標の相対距離および相対速度を求めることができる。

40

【0004】

ところが、探知範囲内に複数の物標が存在する場合には、同一ビームについて、上り変調区間と下り変調区間のそれぞれにおいて、周波数スペクトルに多数の突出部が生じる。そのため、複数のアップビート周波数と複数のダウンビート周波数との組み合わせ (以下「ペアリング」という。) にミスが生じるおそれがあった。

また、車載用レーダとして用いる場合に、車両と静止物との判定が重要となる。

50

【 0 0 0 5 】

そこで、 1 特開平 7 - 9 8 3 7 5 には、車速と同じ相対速度の物標を静止物と判定するようにしたレーダが示されている。 2 特開平 5 - 2 3 2 2 1 4 には、車速と同じ相対速度でビート信号の周波数スペクトルが広がっているものを静止物と判定するレーダが示されている。 3 特開平 1 1 - 2 1 1 8 1 1 には、ビート信号の周波数スペクトルに所定密度以上のピークが存在する時、連続路側物であるものと判定するようにしたレーダが示されている。また、 4 特開 2 0 0 0 - 1 4 7 1 0 3 には、過去の静止物位置データより静止物によるデータを推測するようにしたレーダが示されている。

【 0 0 0 6 】

ところが、本願発明者らの研究によれば、このような従来のレーダには、次のような課題が有ることを見出した。

10

【 0 0 0 7 】

1 2 のレーダにおいては、ペアリングにミスが生じると静止物の検知ができず、静止物の方向の或る距離に動体が存在するものとして誤検知してしまう。

【 0 0 0 8 】

3 のレーダにおいては、道路標識や何らかの支柱など、方位方向に狭い物標に対しては路側物として検知できない。

【 0 0 0 9 】

4 のレーダにおいては、連続路側物等は、常に同じ位置（方位）からの反射信号強度が大きいという訳ではないため、履歴から抽出するのは容易ではない。

20

【 0 0 1 0 】

そこで、この発明の目的は、上述の問題を解消して、静止物の検知を容易且つ確実なものとし、ペアリングのミスも抑えるようにしたレーダを提供することにある。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

この発明は、周波数が次第に上昇する上り変調区間と、周波数が次第に下降する下り変調区間とが時間的に三角波状に繰り返し変化する送信信号を送信し、物標からの反射信号を含む受信信号を受信する送受信手段と、

前記送信信号と前記受信信号との周波数差の信号であるビート信号の周波数スペクトルに関するデータを求める周波数分析手段と、

30

同一物標に起因して生じた、前記上り変調区間のビート信号の周波数スペクトルに現れる第 1 突出部と、前記下り変調区間のビート信号の周波数スペクトルに現れる第 2 突出部とのペアを抽出するペア抽出手段と、

該ペアをなす 2 つの突出部の周波数に基づいて、物標の相対距離・相対速度の少なくとも一方を検知する手段とを備えたレーダにおいて、

当該レーダ以外の手段により測定された、当該レーダが搭載された移動体の移動速度のデータを入力する手段を設け、

前記ペア抽出手段が、前記移動速度のデータに基づき、静止物に対応した、上り変調区間と下り変調区間のビート信号の周波数スペクトルに現れる突出部の周波数差を逆算するとともに、該周波数差に対応する突出部の組み合わせのペア評価値には所定の重みを付けた上で、該ペア評価値の高い順に突出部の組み合わせを抽出するようにしたことを特徴としている。

40

【 0 0 1 2 】

前記ペア抽出手段としては、第 1 突出部と第 2 突出部との信号強度の一致度を、前記周波数差に対応する突出部の組み合わせには所定の重みを付けた上で求め、一致度から前記ペア評価値を求める。

【 0 0 1 3 】

また、この発明は、前記送信信号のビーム方位を所定走査範囲に亘って変化させる走査手段を備え、前記ペア抽出手段を、第 1 突出部と第 2 突出部との方位の一致度、前記周波数差に対応する突出部の組み合わせには所定の重みを付けた上で求め、一致度から前記

50

ア評価値を求める。

【 0 0 1 4 】

また、この発明は、前記ペア抽出手段が、第 1 突出部と第 2 突出部との方位方向の信号強度プロファイルの相関度を、前記周波数差に対応する突出部の組み合わせには所定の重みを付けた上で求め、該相関度から前記ペア評価値を求める。

【 0 0 1 5 】

また、この発明は、静止物に対応した周波数差の関係となるペアが、方位方向または距離方向に所定数連続する場合に、それらを連続静止物と判定する手段を設けたことを特徴としている。

【 0 0 1 6 】

また、この発明は、前記連続静止物の存在領域に、静止物に対応した周波数差の関係となるペアを検知したとき、そのペアの抽出が誤りであるものとして判定する手段を設けたことを特徴としている。

【 0 0 1 7 】

また、この発明は、前記連続静止物より遠方に検知した物標に関しては、その検知結果を出力しないようにする手段を設けたことを特徴としている。

【 0 0 1 8 】

【発明の実施の形態】

この発明の実施形態に係るレーダの構成をブロック図として図 1 に示す。

図 1 において、1 は R F ブロック、2 は信号処理ブロックである。R F ブロック 1 は、レーダ測定用の電波を送受信し、送信波と受信波とのビート信号を信号処理ブロック 2 へ出力する。信号処理ブロック 2 の変調カウンタ 1 1 は、結果的に D A コンバータ 1 0 から三角波信号を発生させるためのカウントを行い、その値を D A コンバータ 1 0 へ出力する。D A コンバータ 1 0 は、それをアナログ電圧信号に変換して R F ブロック 1 の V C O (電圧制御発振器) 8 へ与える。これにより送信波を F M 変調する。すなわち、V C O 8 の発振信号はアイソレータ 7、カプラ 6、サーキュレータ 5 を介して 1 次放射器 4 へ供給される。この 1 次放射器 4 は、誘電体レンズ 3 の焦点面または焦点面付近にあって、誘電体レンズ 3 は、1 次放射器 4 から放射されるミリ波信号を鋭いビームとして送信する。物標(車両など)からの反射波が誘電体レンズ 3 を介し 1 次放射器 4 へ入射されると、受信信号がサーキュレータ 5 を介してミキサ 9 へ導かれる。ミキサ 9 には、この受信信号とカプラ 6 からの送信信号の一部であるローカル信号とを入力して、その周波数差の信号に相当するビート信号を中間周波信号として信号処理ブロック 2 の A D コンバータ 1 2 へ出力する。A D コンバータ 1 2 は、これをデジタルデータに変換する。D S P (デジタル信号処理装置) 1 3 は、A D コンバータ 1 2 から入力したデータ列を F F T (高速フーリエ変換) 処理して、後述するように、物標の相対距離および相対速度を算出する。

【 0 0 1 9 】

R F ブロック 1 内の 1 6 で示す部分は、1 次放射器 4 を誘電体レンズ 3 の焦点面またはそれに平行な面内を平行移動させるスキャンユニットである。この 1 次放射器 4 が設けられている可動部と固定部側との間に 0 d B カプラを構成している。M で示す部分は、その駆動用モータを示している。このモータによって、例えば 1 0 0 m s 周期で - 1 0 度から + 1 0 度の範囲をビーム走査する。

信号処理ブロック 2 内の 1 4 は、変調カウンタ 1 1 およびスキャンユニット 1 6 を制御するマイクロプロセッサである。このマイクロプロセッサ 1 4 は、スキャンユニット 1 6 に対してビーム方位を所定角度に向けるとともに、その静止時間内に上り区間と下り区間の一山分の三角波で V C O 8 を変調するように、カウント周期を定める。このマイクロプロセッサ 1 4 が本発明に係る「走査手段」に相当する。マイクロプロセッサ 1 4 は、D S P 1 3 が求めた、上り変調区間の周波数スペクトルに現れる突出部と、下り変調区間の周波数スペクトルに現れる突出部とのペアを抽出(ペアリング)する。また、車速センサ 1 5 は自車速を検出するセンサであり、マイクロプロセッサ 1 4 は、この車速センサ 1 5 から自車速を読み取り、静止物に対応したペアを優先的にペアリングする。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 0 】

図 2 は、物標までの距離と相対速度に起因する、送信信号と受信信号の周波数変化のずれの例を示している。送信信号の周波数上昇時における送信信号と受信信号との周波数差がアップビートの周波数 f_{BU} であり、送信信号の周波数下降時における送信信号と受信信号との周波数差がダウンビートの周波数 f_{BD} である。 f は周波数偏位幅である。この送信信号と受信信号の三角波の時間軸上のずれ（時間差）が、アンテナから物標までの電波の往復時間に相当する。また、送信信号と受信信号の周波数軸上のずれがドップラシフト量であり、これはアンテナに対する物標の相対速度に起因して生じる。この時間差とドップラシフト量によってアップビート f_{BU} とダウンビート f_{BD} の値が変化する。すなわち、このアップビートとダウンビートの周波数を検出することによって、レーダから物標までの距離およびレーダに対する物標の相対速度を算出する。

10

【 0 0 2 1 】

図 3 は、レーダの送受信ビームの方位と複数の物標との関係の例を示している。ここで B_0 は自車に搭載されたレーダの正面方向である。 $B+1$, $B+2$. . . は、正面から右方向にビーム方位を変異させた時の各ビーム方位を示している。同様に、 $B-1$, $B-2$. . . は、正面から左方向にビーム方位を変異させた時の各ビーム方位を示している。

【 0 0 2 2 】

図 3 において丸く示している物標 OB_2 , OB_5 は、固定された路側物である。また、四角く表している物標 OB_1 , OB_3 , OB_4 は、自車の前方に存在する他車である。矢印はそれらの走行方向を示している。

20

【 0 0 2 3 】

図 3 において、 OB_2 , OB_5 等の路側物や路上の駐車車両等の静止物の相対速度は、自車速と同一速度である。そこで、車速センサで求めた自車速のデータを利用してペアリングを行うことにより、ペアリング精度の向上を図る。

【 0 0 2 4 】

渋滞のない通常の走行状態では、レーダが捉える物標はガードレール、標識、防音壁、街灯等の静止物の数の方が多い。また、走行している車両も渋滞時以外は所定の車間距離を保って走行していることが多いため、2台の車両が静止物と同程度の周波数差（アップビート周波数とダウンビート周波数の差）に相当する間隔になるような状況はほとんど生じない。

30

【 0 0 2 5 】

そこで、静止物に対応した上り変調区間と下り変調区間の周波数スペクトルに表れる突出部の周波数差を自車速に基づいて逆算し、その周波数差に対応するペアをまず抽出し、その後、残った突出部同士の中でペアリングを行うことによって動体物の物標の距離・速度を算出する。

【 0 0 2 6 】

図 4 は、上り変調区間と下り変調区間のビート信号の周波数スペクトルの例を示している。ここで実線は上り変調区間でのビート信号の周波数スペクトル、破線は下り変調区間でのビート信号の周波数スペクトルである。図 4 に示した周波数範囲では、上り変調区間でのビート信号に 3 つの突出部が、下り変調区間のビート信号に 2 つの突出部がそれぞれ生じている。そして、この時、自車速 V が 100 km/h である時、変調信号の中心周波数 f_0 を、 $f_0 = 76.5 \text{ GHz}$ とすれば、上り変調区間でのビート信号の周波数と、下り変調区間でのビート信号の周波数との差は次のようになる。

40

【 0 0 2 7 】

$$f_{BU} - f_{BD} = 4 * f_0 * V / c \\ = 28.3 \text{ kHz}$$

ここで、 c は光速である。

【 0 0 2 8 】

図 4 に示した例では、上り変調区間でのビート信号の周波数スペクトルに現れる 2 つの突

50

出部と下り変調区間ビート信号の周波数スペクトルに現れる2つの突出部とが28.3 kHzの周波数差を持つため、これらをそれぞれペアとして抽出する。すなわち2つの静止物が検知できる。

【0029】

但し、静止物に対応する周波数差となる突出部同士をペアとして抽出するだけでは次のような問題が生じる。

【0030】

上述の例で、周波数偏位幅 $f = 300 \text{ MHz}$ 、変調周期の逆数すなわち変調周期 f_m が 500 Hz 、2台の車両が約14.1m間隔で100 km/hで走行している時に、ビート信号の周波数差 f_B ($= f_{BU} - f_{BD}$) は、

$$\begin{aligned} f_B &= 4 * R * f_m * \Delta f / c \\ &= 4 * 14.1 * 500 * 3.0 * 10^8 / 3.0 * 10^8 \\ &= 28.2 \text{ kHz} \end{aligned}$$

ここで、Rは距離、cは光速である。

【0031】

この関係から、この2台の車両の反射波による突出部のピーク周波数間隔が静止物により生じる周波数差に略一致することになる。

【0032】

図6はその例について示している。図6は上り変調区間と下り変調区間について、ビート信号の周波数スペクトルと2つの車両の状態を示している。(A)は0 km/hの車両すなわち静止車両によって生じるスペクトルを、また、(B)は自車両から所定距離離れた前方を、2つの車両が車間距離14.1mで100 km/hで走行している時のスペクトルを示している。

【0033】

このように2つの物標により生じる2つの突出部同士のペアリングを行う際、静止物に対応する周波数差28.3 kHzの組合せとなる突出部同士を優先的にペアとして抽出してしまうおそれがある。

【0034】

また、その他の状況として、急なカーブの存在する所や、危険な走行を行う車両が存在する場合等においても、走行物と静止物とを認識し誤るおそれが生じる。

【0035】

そこで、上り変調区間と下り変調区間でのビート信号の周波数差が静止物により生じる周波数差の関係になる組合せだけでペアリングするのではなく、よりペアらしいものをペアとして抽出するように次のような処理を行う。

【0036】

図5は、図1に示したDSP13およびマイクロプロセッサ14の処理手順を示すフローチャートである。まず、車速センサ15から自車速のデータを読み取る(s1)。続いて、スキャンユニット16の制御によって、ビームを初期方位に向ける(s2)。その状態で、A/Dコンバータ12により変換されたビート信号のデジタルデータを所定のサンプリング数だけ取得し、それについてFFT処理する(s3 s4)。

【0037】

続いて、周波数スペクトルの信号強度が山型に突出する部分を検出し、そのピーク周波数およびピーク周波数における信号強度を抽出する(s5)。

【0038】

その後、前回の隣接するビーム方位において抽出したピーク周波数およびその信号強度を参照して、今回のビーム方位におけるピーク周波数と、その信号強度をどのグループに入れるかを判定する(s6)。すなわち、ピーク周波数の周波数差が一定周波数以内であるものをグルーピングする。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 9 】

その後、ビーム方位をビーム 1 本分変位させ、同様の処理を行う (n 7 s 8 s 3 . . .)。

【 0 0 4 0 】

以上の処理を最終ビームまで繰り返し行うことによって、方位方向に所定幅広がる探知範囲について、上り変調区間と下り変調区間についてのビーム方位毎のピーク周波数スペクトルを求める。

【 0 0 4 1 】

続いて、各グループの、代表方位、代表ピーク周波数、代表信号強度をペア候補、方位方向のレベルプロファイルを求める (s 9)。例えばビーム方位方向と周波数軸方向に広がるグループの中心方位を代表方位とし、その方位において周波数軸上に広がる周波数範囲の中心を代表ピーク周波数とし、その代表ピーク周波数における信号強度を代表信号強度とする。また、グループの代表周波数における方位方向の信号強度変化を信号強度プロファイルとしてを求める。これらの各グループの代表値を上り変調区間と下り変調区間についてそれぞれ求める。

10

【 0 0 4 2 】

その後、ペア候補のうち静止物に対応した周波数差の関係にあるペアが優先的にペアとなるように、一致度の重み付けを行った後、ペアリングを行う (s 1 0 s 1 1)。

【 0 0 4 3 】

ここで、信号強度の一致度を M a、方位の一致度を M d、信号強度プロファイルの一致度を M c とし、ペアらしさを表すペア評価値の重みを m とすると、

20

ペア評価値 E は

$$E = m (M a * M d * M c) \quad \dots (1)$$

として表される。これらの一致度 M a , M d , M c は 0 ~ 1 の係数、重み m は 1 以上の値である。

【 0 0 4 4 】

ペア候補として抽出された突出部グループの代表値の全ての組合せについて、このペア評価値 E を求め、その値が最大となるものから順にペアとする。上記重み m は、静止物に対応する周波数差となるペアに対して、1 を超える大きな値を与える。その他のペアに対しては m = 1 とする。

30

【 0 0 4 5 】

上述の例では、信号強度の一致度、方位の一致度、信号強度プロファイルの一致度に対して重み m を掛けることによってペア評価値 E を求めるようにしたが、静止物に対応する周波数差の組合せが優先的にペアとして抽出されるように、上記 3 つの一致度を個別に修正するようにしてもよい。

【 0 0 4 6 】

図 7 は信号強度の一致度を修正する例について示している。ここで A , B は上り変調区間でのビート信号の周波数スペクトルに現れる突出部、 , は下り変調区間でのビート信号の周波数スペクトルに現れる突出部である。ここで、図 7 に示した例では、 と A との信号強度の差は 3 d B、 と B との信号強度の差は 1 d B である。しかし、 と A との組合せは、静止物に対応する周波数差であるので、その信号強度の差を 3 d B だけ小さくして信号強度の一致度を求める。したがって、 と A とは信号強度の差が修正後に 0 d B となって、 と B との組合せより、 と A との組合せが優先される。修正後の信号強度一致度を M a とすれば、全体のペア評価値 E は、

40

$$E = (M a * M d * M c) \quad \dots (2)$$

で表される。

【 0 0 4 7 】

図 8 は方位の一致度を修正する例について示している。図 8 の (A) は、方位の異なるビーム毎の上り変調区間でのビート信号の周波数スペクトルに現れる突出部のピーク周波数を示す図、 (B) は、下り変調区間でのビート信号の周波数スペクトルに現れる突出部の

50

ピーク周波数を示す図である。ここで横軸にビーム方位、縦軸に周波数スペクトルに含まれる突出部の周波数を採って直角座標で表している。

【0048】

この例では、(A)に示すように上り変調区間で、ビーム方位 B_j および周波数 F_a を中心として、方位方向および周波数軸方向に突出部の広がったグループ G_{u1} が生じている。また、(B)に示すように下り変調区間でビーム方位 B_i および周波数 F_b を中心として、方位方向および周波数軸方向に突出部の広がったグループ G_{d1} が生じている。また、下り変調区間でビーム方位 B_k および周波数 F_c を中心として、方位方向および周波数軸方向に突出部の広がったグループ G_{d2} が生じている。

【0049】

ここで、グループ G_{u1} の代表周波数 F_a と、グループ G_{d2} の代表周波数 F_c との周波数差が、静止物に対応する周波数差であるとき、グループ G_{u1} の代表方位 B_j とグループ G_{d2} の代表方位 B_k との方位角度差が $\pm 1.0^\circ$ 以内のものについては同一方位であるものとみなす。グループ G_{u1} の代表周波数 F_a とグループ G_{d1} の代表周波数 F_b との周波数差は、上記静止物に対応する周波数差ではないので、両グループの代表方位の角度差は B_j と B_i との差のまま扱う。

【0050】

このようにして方位の一致度について修正を行う。この時の修正後の方位一致度を M_d とすれば、全体のペア評価値 E は、

$$E = (M_a * M_d * M_c) \quad \dots (2)$$

で表される。

【0051】

図9は、信号強度プロファイルの一致度を修正する例について示している。

ここでグループ G_{u1} と G_{d1} との代表周波数差が静止物に対応する周波数差であるので、両者の信号強度プロファイルの一致度を高める方向に修正する。たとえば信号強度プロファイルの一致度を相関係数として求める場合に、 1.0 との差を一定の割合で近づけた値(例えば $1/2$)で評価する。例えばグループ G_{u1} と G_{d1} との信号強度プロファイルの相関係数が 0.7 、 G_{u1} と G_{d2} との信号強度プロファイルの相関係数が 0.8 である時、前者は $0.7 + (1 - 0.7) / 2 = 0.85$ として、信号強度プロファイルの一致度を高める。

【0052】

この時の修正後の信号強度プロファイルの一致度を M_c とすれば、全体のペア評価値 E は、

$$E = (M_a * M_d * M_c) \quad \dots (3)$$

で表される。

【0053】

次に、第2の実施形態に係るレーダにおける処理内容を図10～図13を参照して説明する。

図10は第1の実施形態で示した方法により抽出したペアにより算出した各物標の位置を示している。黒丸は各物標の位置である。例えばカードレール、防音壁、中央分離帯、建物の壁面等の連続路側物であれば、図10の(A)に示すように静止物が近接して複数個検知される。このような連続する静止物を連続静止物として判定する。図10の(A)に示す例では、2つの連続静止物 A_1 、 A_2 を判定する。

【0054】

静止物が近接しているかどうかの判断は、所定距離、所定方位角度範囲内に検知された静止物をグループ化していくことにより行う。例えば図10の(B)に示すように、ある1つの静止物 OB_a から所定距離所定方位角度範囲内に存在する静止物 OB_b が存在すれば、それを同一グループとみなす。次に、この静止物 OB_b について同様の処理を行い、次々とグループ化する。

【0055】

10

20

30

40

50

この処理は、図10の(C)に示すように直交座標上で行ってもよい。すなわち、直交座標上で所定距離範囲内に存在する静止物を逐次グループ化してもよい。

【0056】

このように連続静止物として判定された領域は、ガードレール、防音壁、中央分離帯、建物の壁面等であるので、普通はその領域内に動体物は存在し得ない。したがって、ペアとして抽出した周波数差から物標の位置および速度を算出した結果、上記連続静止物の領域内に動体物が擬似的に存在することとなった場合、そのペアはミスペアリングであったものとみなすことができる。例えば図11に示すように、連続静止物の領域A1内に擬似的に存在する速度30km/h、80km/hの動体物はミスペアリングによるものとみなす。同様に、連続静止物の領域A2内に擬似的に存在する速度20km/hの動体物はミス

10

【0057】

なお、現実に連続静止物の領域内に動体物が存在し、その探知結果を除去しても、道路上の走行物体の検出確率等に悪影響を与えることはない。

【0058】

また、連続静止物の領域より遠方に擬似的に検知された物標に関しては、例えば中央分離帯の向こう側の車線(対向車線)を走行している車両であったり、防音壁やトンネルの壁面等による鏡像であることが多いので、その探知結果も除去する。例えば図12において物標OBdは現実に自車両の前方を走行する車両であるが、OBeは連続静止物の領域A2によるOBdの鏡像であるか、A2が中央分離帯である時にその反対車線を逆走する車

20

【0059】

なお、道路上に存在する標識、陸橋等が静止物として検出される場合があるので、自車両の進行方向に存在する連続静止物より遠方の物標に関してはこの除去処理は行わない。なお、自車両の進行方向は、ステアリングホイールの操舵角、ヨーレート、カーナビ等の情報から検出することができる。

【0060】

図13は上述の処理手順を示すフローチャートである。この処理は第1の実施形態で図5に示した処理手順に続いて行うものである。

30

まず、上述した連続静止物の判定を行い、その存在する領域を求める(s21 s22)。続いて、その連続静止物の領域内に擬似的に動体物が存在することになるか否かを判定する(s23)。この連続静止物の領域内に動体物が擬似的に存在することになるような組み合わせ(ペアリング)をミスペアリングとして扱い、そのようなペアリングを避けるように再度ペアリングを行う(s24)。

【0061】

また連続静止物の領域より遠方に動体物が擬似的に存在する場合に、その物標の検知結果を除去する(s25)。その後、新たな探知結果のデータを作成し、ホスト装置へ出力する(s26)。

【0062】

40

【発明の効果】

この発明によれば、静止物に対応した上り変調区間と下り変調区間のビート信号の周波数スペクトルに現れる突出部に対応する突出部の組み合わせのペア評価値には所定の重みを付けた上で、該ペア評価値の高い順に突出部の組み合わせを抽出するようにしたので、静止物の検知が容易となり、静止物以外の、例えば前方の走行車両の探知がより確実に

【0063】

また、この発明によれば、上り変調区間のビート信号の周波数スペクトルに現れる第1突出部と、下り変調区間のビート信号の周波数スペクトルに現れる第2突出部との信号強度の一致度を、前記周波数差に対応する突出部の組み合わせには所定の重みを付けた上で

50

求め、該一致度から前記ペア評価値を求めるようにしたことにより、ミスペアリングとなる確率が相対的に抑えられ、静止物によるペアをより確実に抽出できるようになる。

【0064】

また、この発明によれば、送信信号のビーム方位を所定走査範囲に亘って変化させるようにし、前記第1突出部と前記第2突出部との方位の一致度を、前記周波数差に対応する突出部の組み合わせには所定の重みを付けた上で求め、該一致度から前記ペア評価値を求めることにより、ミスペアリングとなる確率が相対的に抑えられ、静止物によるペアをより確実に抽出できるようになる。

【0065】

同様に、方位方向の信号強度プロファイルの相関度を、前記周波数差に対応する突出部の組み合わせには所定の重みを付けた上で求め、該相関度から前記ペア評価値を求めることにより、ミスペアリングとなる確率が相対的に抑えられ、静止物によるペアをより確実に抽出できるようになる。

10

【0066】

また、この発明によれば、静止物に対応する周波数差の関係となるペアの方位方向または距離方向の連続性に基いて連続静止物を判定するようにしたので、探知物標の大多数を占める連続静止物の存在領域を確実に検知でき、相対的に前方の走行車両等の動体物を確実に検知できるようになる。

【0067】

また、この発明によれば、前記連続静止物の存在領域に擬似的に動体物が検知された時、対応するペアの抽出が誤りであったものと判定するようにしたので、ペア抽出の誤りがより確実に抑えられる。

20

【0068】

また、この発明によれば、前記連続静止物より遠方に検知した物標については、その結果を出力しないようにしたので、探知した物標のうち、実質的に問題となる物標のみをホスト装置へ出力することができ、全体のデータ処理量を削減でき、探知結果に基づく処理を高速化できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】レーダの構成を示すブロック図

【図2】同レーダの上り変調区間と下り変調区間に生じるビート信号の周波数差の例を示す図

30

【図3】自車両前方に存在する各種物標の例を示す図

【図4】上り変調区間と下り変調区間におけるビート信号の周波数スペクトルの例を示す図

【図5】同レーダの処理手順を示すフローチャート

【図6】自車両前方の車両の状態と周波数スペクトルの例を示す図

【図7】上り変調区間と下り変調区間におけるビート信号の周波数スペクトルに現れる突出部の信号強度の差の例を示す図

【図8】ビート信号の周波数スペクトルに現れる突出部のビーム方位および周波数軸上の分布の例を示す図

40

【図9】突出部グループの方位方向の信号強度プロファイルの例を示す図

【図10】連続静止物およびその存在領域の例を示す図

【図11】連続静止物領域中に擬似的に検知された動体物の例を示す図

【図12】連続静止物の領域とその他の検知された物標の位置関係の例を示す図

【図13】連続静止物に関する処理手順を示すフローチャート

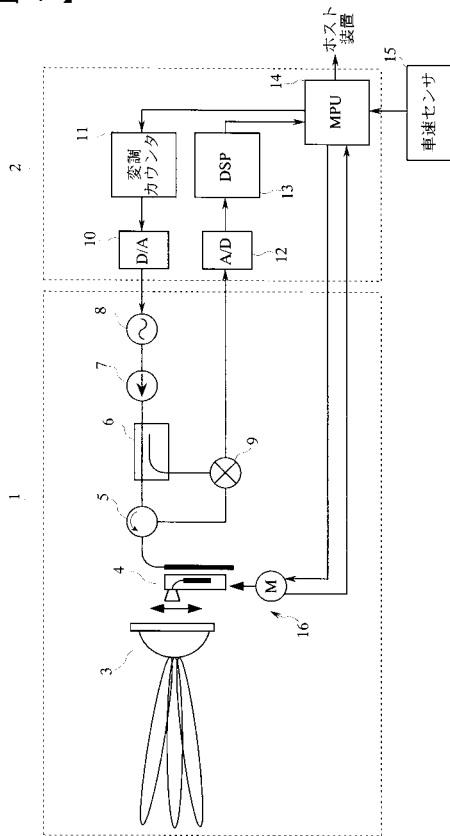
【符号の説明】

- 1 - RFブロック
- 2 - 信号処理ブロック
- 3 - 誘電体レンズ
- 4 - 1次放射器

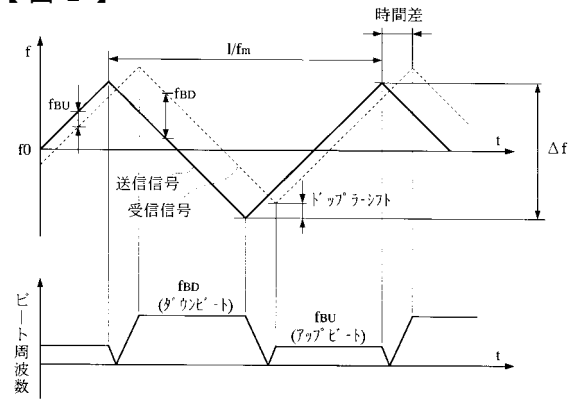
50

- 5 - サーキュレータ
- 6 - カプラ
- 7 - アイソレータ
- 8 - VCO
- 9 - ミキサ
- 16 - スキャンユニット

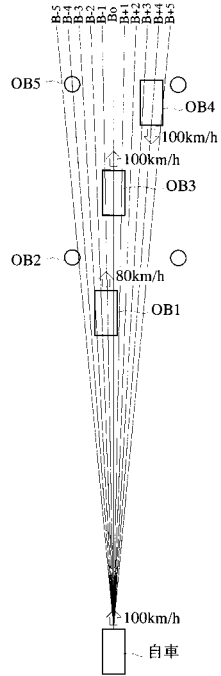
【 図 1 】



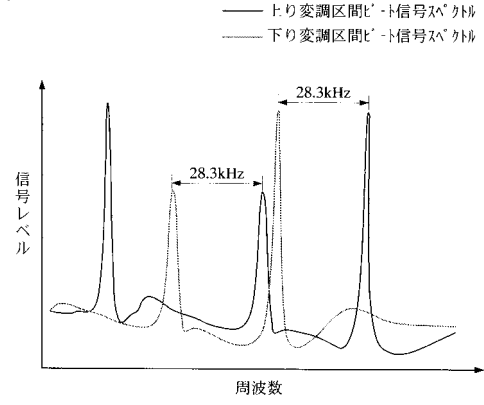
【 図 2 】



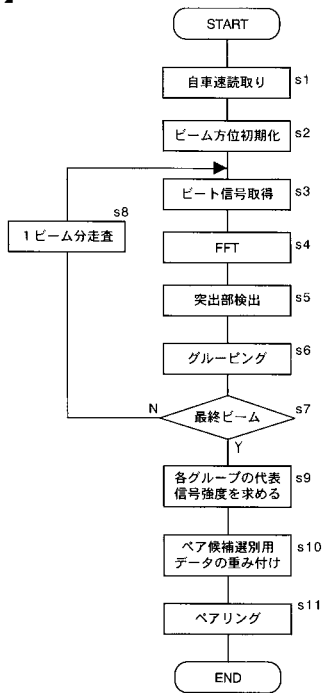
【 図 3 】



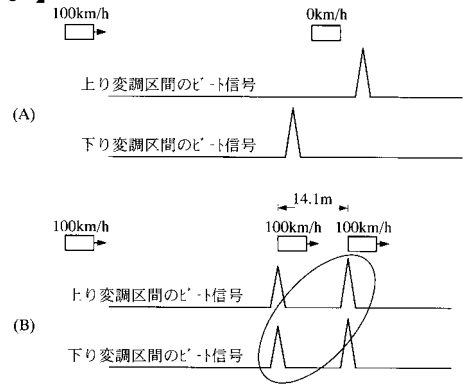
【 図 4 】



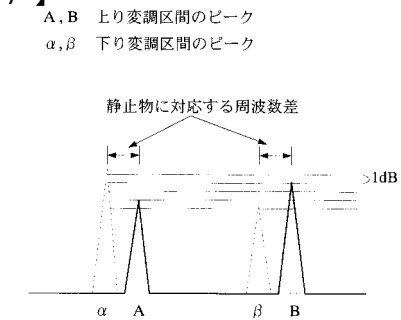
【 図 5 】



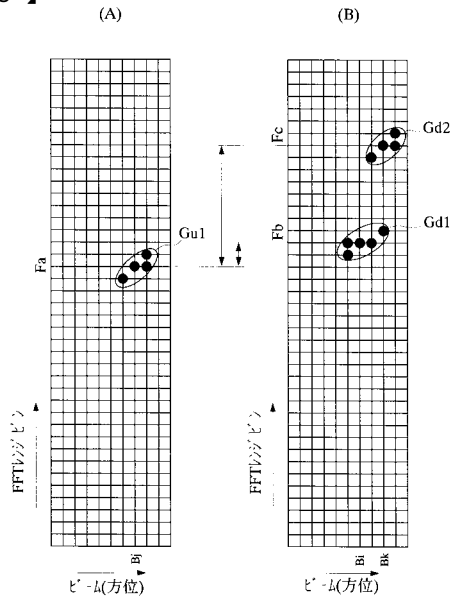
【 図 6 】



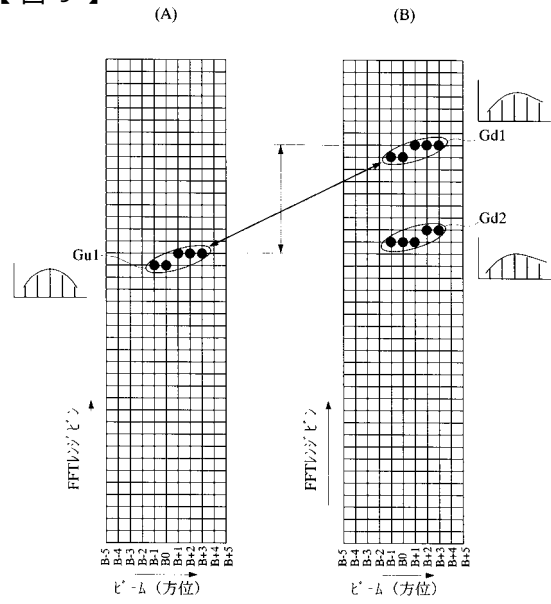
【 図 7 】



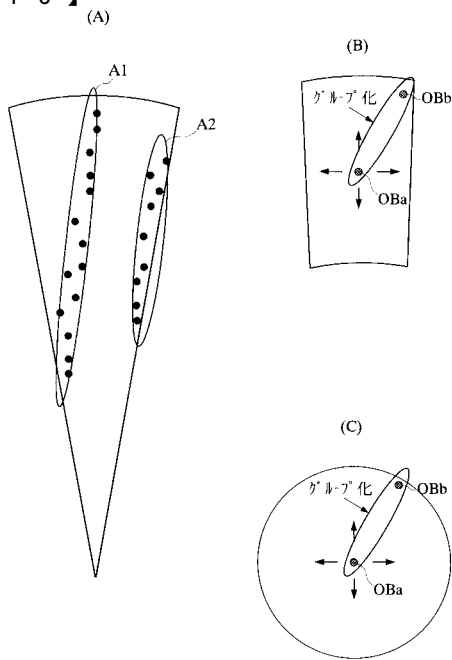
【 図 8 】



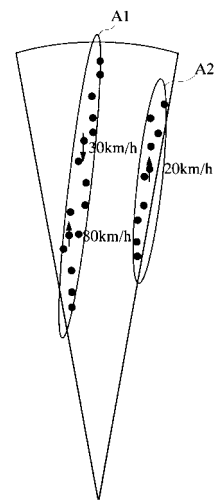
【 図 9 】



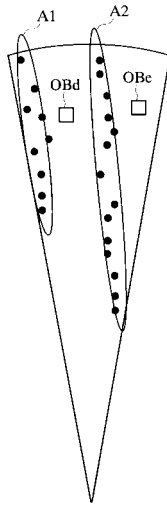
【 図 10 】



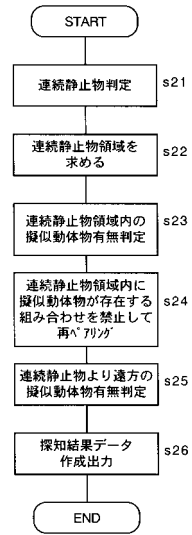
【 図 11 】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

審査官 神谷 健一

- (56)参考文献 特開平07-098375(JP,A)
特開平09-145827(JP,A)
特開平11-211811(JP,A)
特開平11-271430(JP,A)
特開平11-337635(JP,A)
特開2000-065921(JP,A)
特開2001-183451(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/00- 7/42

G01S 13/00-13/95

G08G 1/00- 9/02

B60R 21/00-21/34