

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4093885号
(P4093885)

(45) 発行日 平成20年6月4日 (2008.6.4)

(24) 登録日 平成20年3月14日 (2008.3.14)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 S 13/34 (2006.01)

G O 1 S 13/34

G O 1 S 7/40 (2006.01)

G O 1 S 7/40

B

請求項の数 11 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2003-57534 (P2003-57534)
 (22) 出願日 平成15年3月4日 (2003.3.4)
 (65) 公開番号 特開2004-264259 (P2004-264259A)
 (43) 公開日 平成16年9月24日 (2004.9.24)
 審査請求日 平成17年3月17日 (2005.3.17)

前置審査

(73) 特許権者 000237592
 富士通テン株式会社
 兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 2 8 号
 (74) 代理人 100077517
 弁理士 石田 敬
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100102819
 弁理士 島田 哲郎
 (74) 代理人 100113826
 弁理士 倉地 保幸
 (74) 代理人 100082898
 弁理士 西山 雅也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 異常検出機能を備えたレーダ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

周波数変調された送信波とその反射波のビート信号のフーリエ変換結果に現れるピークを解析することによって物標との距離および相対速度を計測する計測手段と、

電気的もしくは機械的にビーム方向を走査する手段と、

ビーム方向が走査される間のフーリエ変換結果において、レベルが常に閾値以上であるかあるいは一定の割合以上で閾値を超えるピーク、または位相が変化しないピークを雑音ピークと判定することによって、F M - A M 変換雑音によってフーリエ変換結果にピークとして現れる雑音ピークを識別する手段とを具備する、異常検出機能を備えたレーダ装置。

【請求項 2】

前記雑音ピーク識別手段は、所定の周波数領域を雑音ピーク判定の対象とする請求項 1 記載のレーダ装置。

【請求項 3】

前記雑音ピーク識別手段は、所定の周波数領域のアンブ特性を変更して雑音ピークの判定を行なう請求項 1 または 2 のいずれか 1 項記載のレーダ装置。

【請求項 4】

前記雑音ピーク識別手段は、アンブ利得が異なるようにアンブ特性を変更して雑音ピークの判定を行う請求項 3 記載のレーダ装置。

【請求項 5】

前記雑音ピーク識別手段は、ピーク検出の閾値を変更して雑音ピークの判定を行なう請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項記載のレーダ装置。

【請求項 6】

前記雑音ピーク識別手段は、使用するアンプを切り換えることにより、アンプ特性を変更する請求項 3 または 4 記載のレーダ装置。

【請求項 7】

前記複雑ピーク識別手段は、A G C アンプの設定を変更することにより、アンプ特性を変更する請求項 3 または 4 記載のレーダ装置。

【請求項 8】

前記雑音ピーク識別手段は、検出されたピークのレベルが所定値よりも高いとき、アンプの利得を下げて雑音ピークの判定を行なう請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項記載のレーダ装置。

10

【請求項 9】

前記雑音ピーク識別手段は、複数回連続して雑音ピークと判定されるピークを最終的に雑音ピークと判定する請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項記載のレーダ装置。

【請求項 10】

前記雑音ピーク識別手段は、所定の頻度以上で雑音ピークと判定されるピークを最終的に雑音ピークと判定する請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項記載のレーダ装置。

【請求項 11】

前記雑音ピーク識別手段は、雑音ピークと判定されたピークと同等の周波数帯に存在するピークを雑音ピークと判定する請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項記載のレーダ装置。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、異常検出機能を備えたレーダ装置、特に、雑音ピークの検出機能を備えた F M - C W レーダ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

F M - C W レーダでは、上り傾斜の区間と下り傾斜の区間からなる三角波が繰り返す変調信号で周波数変調された送信波を前方へ放射し、ターゲットからの反射波と送信波の一部とでビート信号を生成する。下り傾斜区間におけるビート信号の周波数を f_b (下)、上り傾斜区間におけるビート信号の周波数を f_b (上) とすると、ターゲットとの距離に起因するビート周波数 f_r とターゲットの相対速度に起因するビート周波数 f_d は

30

$$f_r = (f_b \text{ (下)} + f_b \text{ (上)}) / 2 \quad (1)$$

$$f_d = (f_b \text{ (下)} - f_b \text{ (上)}) / 2 \quad (2)$$

により算出される。これらからさらに、ターゲットの距離 R とターゲットの相対速度 V は、

$$R = c \cdot f_r \cdot T / 4 \quad F \quad (3)$$

$$V = c \cdot f_d / 2 f_0 \quad (4)$$

(ただし、c : 光速 ; T : 三角波の周期 ; F : 周波数変調幅 (周波数偏移幅) ; f_0 : 中心周波数)

40

で計算することができる。したがって、ビート信号をフーリエ変換することによる周波数ドメイン上のビート信号のスペクトルに現われるピークから各ターゲットに対応する f_b (下) および f_b (上) の値を決定し、(1) ~ (4) 式により、ターゲットとの距離および相対速度が決定される。

【0003】

F M - C W レーダでは、発振器、ミキサなどの素子の出力もしくは入出力特性に周波数特性 (周波数依存性) があると、送信波の F M 変調により送信波やローカル信号は A M 変調されることになり、F M - A M 変換雑音が発生する。この F M - A M 変換雑音が生じた信号に含めると、そのフーリエ変換結果に前述の f_b (下)、 f_b (上) に相当するピー

50

クと共に雑音ピークとして現われ、信号検出精度を低下させたり、誤認識の原因となったりする。したがって、何らかの手段によりこのFM - AM変換雑音による雑音ピークをはじめとする雑音ピークを検出する必要がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

したがって本発明の目的は、雑音ピークの検出機能を備えたレーダ装置を安価に提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1のレーダ装置は、周波数変調された送信波とその反射波のビート信号のフーリエ変換結果に現われるピークを解析することによって物標との距離および相対速度を計測する計測手段と、電気的もしくは機械的にビーム方向を走査する手段と、ビーム方向が走査される間のフーリエ変換結果の変化に基づき、雑音ピークを識別する手段とを具備する。

10

【0006】

本発明の第2のレーダ装置は、周波数変調された送信波とその反射波のビート信号のフーリエ変換結果に現われるピークを解析することによって物標との距離および相対速度を計測する計測手段と、送信波の周波数変調を実質的に停止する手段と、周波数変調が実質的に停止されている間に所定の閾値よりも高い周波数の位置に出現するピークを雑音ピークと識別する手段とを具備する。

20

【0007】

【発明の実施の形態】

図1は本発明の一実施形態に係る異常検出機能を備えたFM - CWレーダ装置の構成を示す。

【0008】

図1において、変調信号発生器10はCPU12からの指令により、上り傾斜の区間と下り傾斜の区間からなる三角波が繰り返す変調信号を発生する。電圧制御発振器14はこの三角波で周波数変調された連続信号からなる送信波を生成する。電圧制御発振器14の出力の一部は分岐手段16において分岐されて受信側へ供給され、大部分はアンテナ18から前方へ放射される。前方に存在するターゲットで反射された反射波がアンテナ20で受信され、ミキサ22において送信波の一部と混合されてビート信号が生成される。ミキサ22において生成されたビート信号はアンプ24で増幅され、フィルタ26で不要成分が除去され、A/D変換器28でデジタル信号に変換された後、CPU12へ供給される。CPU12ではデジタル化されたビート信号に高速フーリエ変換(FFT)の演算を施して周波数ドメインに変換した後、例えば前述の式(1)~(4)に従って、各ターゲットとの距離Rおよび相対速度Vを算出する。

30

【0009】

車載用のFM - CWレーダでは、図2に示すようにスイッチ30と32で送信アンテナ18と受信アンテナ20の方向を電子的に走査するかまたはモータを使って機械的に走査することによってターゲットの横位置X(=Rsinθ)を決定できるものがある。

40

【0010】

この場合に、図3に示すように、ターゲットからの反射による正常なピークでは、角度を走査するとともにターゲットの方向で最大となり、その前後で減少する、特有のパターンを呈する。一方、FM - AM変換雑音などを原因とする雑音ピークでは、図4に示すように、ピークのレベルは角度によらずほぼ一定値となる。そこで、閾値を図に示すように定め、角度を走査したときに常に閾値以上のレベルを有するピークあるいは一定の割合以上で閾値を超えるピークを雑音ピークと判定する。

【0011】

この判定処理は、CPU12(図1)に実行させるソフトウェアプログラムとして実現することができる。

50

【 0 0 1 2 】

なお、FFT処理の結果は実部 (R e) と虚部 (I m) からなる複素数として出力され、
($R e^2 + I m^2$) によりレベルの値が、 $\tan^{-1} (I m / R e)$ により位相の値が計算
される。前述のように、角度 を走査したときにレベルが実質的に変化しないことをもっ
て雑音ピークと判定する代わりとして、そのピークの周波数における位相が角度 を走査
しても実質的に変化しないものを雑音ピークと判定するようにしても良い。

【 0 0 1 3 】

特に FM - AM 変換雑音の検出を主眼とする場合、FM - AM 変換雑音は低周波数の特定
の領域に現われるので、そのような特定の領域に現われるピークのみを判定の対象として
も良い。また、通常の使用時にはそのような特定の領域のアンプのゲインが低く設定され
ている場合にはその領域または全体のゲインを通常時よりも高くすれば精度の良い判定が
できる。このゲインの変更は、使用するアンプを切り換えることにより、または AGC ア
ンプの設定を変更することにより、実現できる。或いはまた、スペクトル内のピークの検
出の閾値を、異常判定時に通常時よりも低く設定することにより、異常ピークの検出精度
が向上する。スペクトル上で検出されるピークのレベルが高い場合に、レベルが飽和して
しまって、ターゲットに基づくピークにも変化がなくなる場合があるが、そのときは逆に
アンプのゲインを下げる。

【 0 0 1 4 】

上記の判定処理により雑音ピークが検出されるとき、その後数回 (数スキャン分) の検出
処理を行ない、任意の回数分連続して雑音ピークが検出された場合に、そのピークを雑音
と判定することが望ましい。

【 0 0 1 5 】

判定処理により雑音ピークが検出された場合、その後数回 (数スキャン分) の検出処理を
行ない、その検出頻度が任意の値より大きかった場合に、そのピーク雑音と判定するよう
にしても良い。

【 0 0 1 6 】

通常処理において、雑音判定処理で雑音と判定されたピークと同等の周波数帯にピークが
存在した場合にそのピークを雑音と判定するようにしても良い。

【 0 0 1 7 】

CPU 12 から変調信号発生器 10 (図 1、図 4) の指令により FM 変調を停止するかま
たは変調幅を限りなく小さくすると、フーリエ変換結果のスペクトル上には相対速度に基
づくドップラー周波数のピークのみが現われる。この相対速度の上限を 400 km / h と見
積ってもその周波数は 40 kHz 以下となる。したがって、このときに例えば 50 kHz 以上
の領域に存在するピークは雑音ピークとみなすことができる。この様にして、FM - AM
変換ノイズ以外の雑音ピークを検出することができる。

【 0 0 1 8 】

【 発明の効果 】

以上述べたように本発明によれば、雑音ピークの検出機能を備えたレーダ装置が提供され
る。

【 図面の簡単な説明 】

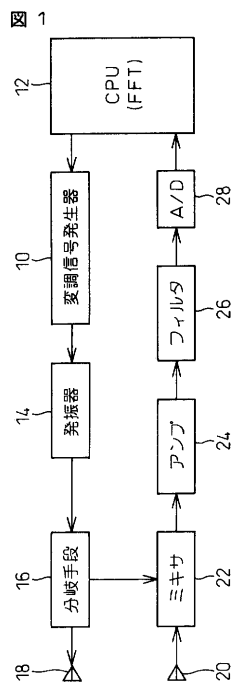
【 図 1 】 本発明が適用される FM - CW レーダの構成を示す図である。

【 図 2 】 放射方向の電子的走査の機能を備えた FM - CW レーダを示す図である。

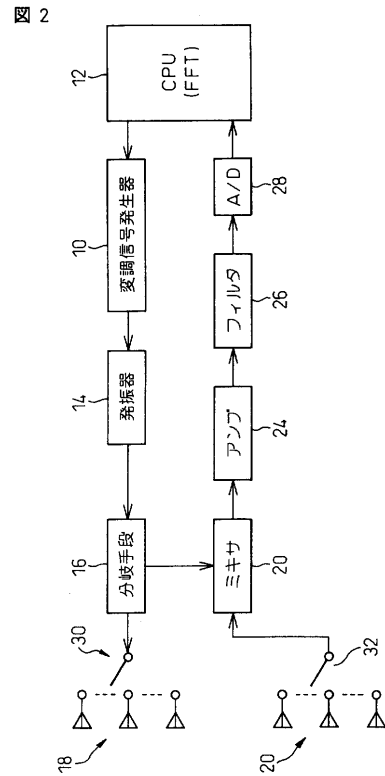
【 図 3 】 放射方向を走査したときの正常ピークを表わす図である。

【 図 4 】 放射方向を走査したときの異常ピークを表わす図である。

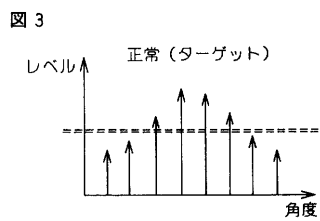
【図 1】



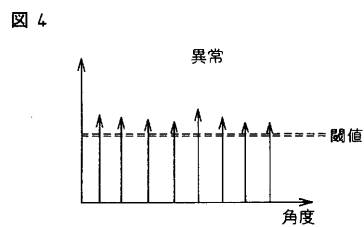
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(74)代理人 100081330

弁理士 樋口 外治

(72)発明者 伊佐治 修

兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号 富士通テン株式会社内

審査官 川瀬 徹也

(56)参考文献 特開2001-343457(JP,A)

特開平11-118917(JP,A)

特開2001-166035(JP,A)

特開平07-198826(JP,A)

特開平09-145824(JP,A)

特開平11-264871(JP,A)

特開平04-355389(JP,A)

特開平11-052052(JP,A)

特開2002-311156(JP,A)

特開2003-156560(JP,A)

特開2004-177167(JP,A)

特開2004-264232(JP,A)

特開2001-141805(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/00-7/42

G01S 13/00-13/95