

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4149883号
(P4149883)

(45) 発行日 平成20年9月17日(2008.9.17)

(24) 登録日 平成20年7月4日(2008.7.4)

(51) Int.Cl. F I
G O I S 7/32 (2006.01) G O I S 7/32 C

請求項の数 2 (全 12 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-315693 (P2003-315693) (22) 出願日 平成15年9月8日(2003.9.8) (65) 公開番号 特開2005-83870 (P2005-83870A) (43) 公開日 平成17年3月31日(2005.3.31) 審査請求日 平成17年9月7日(2005.9.7)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号 (74) 代理人 100083806 弁理士 三好 秀和 (72) 発明者 古川 英俊 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株 式会社東芝 小向工場内</p> <p>審査官 川瀬 徹也</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーダ信号処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

空中線からの受信信号を検波した信号を入力信号として入力し、該入力信号の平均値を第1算出値として算出する平均値算出手段と、

前記入力信号の2乗平均値の平方根を第2算出値として算出する平方根算出手段と、

前記平均値算出手段からの第1算出値を前記平方根算出手段からの第2算出値で除算した除算出力に対し、ワイブル分布の確率密度関数における形状パラメータが所定値以下における前記除算出力と前記形状パラメータとの複数のサンプリング点を近似法により結んで近似式を求め該近似式により前記除算出力を前記形状パラメータに変換する第1形状パラメータ変換手段と、

この第1形状パラメータ変換手段からの前記形状パラメータと誤警報確率とに基づいてしきい値を算出するしきい値算出手段と、

前記入力信号を前記平均値算出手段からの第1算出値で除算した除算出力を前記しきい値算出手段からのしきい値と比較して前記除算出力が前記しきい値を越えたとき目標と検出する検出手段と、

を備えることを特徴とするレーダ信号処理装置。

【請求項2】

前記所定値は、2であることを特徴とする請求項1記載のレーダ信号処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、レイリー分布に従わないクラッタが存在する環境において、誤警報を抑圧し、目標の検出率を向上させるレーダ信号処理装置に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

レーダ受信ビデオ信号におけるクラッタを抑圧し、誤警報確率一定のもとに目標を検出する方式として、C A - C F A R (Cell Averaging Constant False Alarm Rate) が知られている (非特許文献 1、特許文献 1)。この C A - C F A R は、平均値によってクラッタレベルを規格化し、誤警報確率を一定化するものである。C A - C F A R は、レイリー分布に従うクラッタ及び雑音に対する誤警報確率を低くするが、レイリー分布に従わないクラッタが存在する場合には、誤警報確率が高くなる。

10

【 0 0 0 3 】

一方、レイリー分布に従わず、ワイブル分布に従うクラッタが存在する環境において、誤警報確率を低くかつ一定に押さえるためにワイブル C F A R が有効である。このワイブル C F A R は、信号の平均および分散 (又は標準偏差) を用いて信号の規格化を行っている。

【 0 0 0 4 】

ワイブル C A F R は、振幅の確率密度関数がワイブル分布に従う信号に対して、C F A R 特性を有する C F A R である。ワイブル分布の確率密度関数 $p d f (x)$ は、式 (1) で表される。

20

【 数 1 】

$$pdf(x) = \frac{c}{b} \left(\frac{x}{b} \right)^{c-1} e^{-(x/b)^c} \quad (x > 0, b > 0, c > 0)$$

ここで、 b は尺度 (s c a l e) パラメータ、 c は形状 (s h a p e) パラメータである。

【 0 0 0 5 】

ワイブル分布は、形状パラメータ c が " 2 " のときはレイリー分布、形状パラメータ c が " 1 " のときは指数分布になるため、レイリー分布よりも多様な確率密度関数に適用できる。図 1 1 にいくつかの形状パラメータ c に対するワイブル分布の確率密度関数を示す。

30

ワイブル C F A R の実装方式については、非特許文献 1 に幾つかの例が示されているが、ここでは対数変換を行わないワイブル C F A R 部を図 1 0 に示す。図 1 0 に示すワイブル C F A R 部は、平方根算出回路 1、平均値算出回路 2、除算回路 3、形状パラメータ推定回路 4、しきい値算出回路 5、検出回路 6 を有して構成される。

【 0 0 0 6 】

図 1 0 に示すワイブル C F A R 部による形状パラメータ c の決定方法としきい値 T の決定方法を以下に説明する。

【 0 0 0 7 】

まず、形状パラメータ c の決定方法を説明する。平方根算出部 1 は、入力ビデオ信号 (以下、入力信号と称する。) x の 2 乗平均値 $\langle x^2 \rangle$ の平方根を算出し、平均値算出回路 2 は、入力信号 x の平均値 $\langle x \rangle$ を算出する。

40

【 0 0 0 8 】

入力信号 x の理論的な平均値 $\langle x \rangle$ と x の 2 乗平均値 $\langle x^2 \rangle$ は、式 (2) のようになる。

【数 2】

$$\langle x \rangle = \int_0^{\infty} x \text{pdf}(x) dx = b \Gamma\left(\frac{1}{c} + 1\right)$$

$$\langle x^2 \rangle = \int_0^{\infty} x^2 \text{pdf}(x) dx = b^2 \Gamma\left(\frac{2}{c} + 1\right)$$

次に、形状パラメータ推定回路 4 は、平均値算出回路 2 からの入力信号 x の平均値 $\langle x \rangle$ と平方根算出回路 1 からの入力信号 x の 2 乗平均値 $\langle x^2 \rangle$ の平方根を入力し、入力信号 x の平均値 $\langle x \rangle$ を入力信号 x の 2 乗平均値 $\langle x^2 \rangle$ の平方根で除算した除算出力を、形状パラメータ c に変換する。入力信号 x の平均値 $\langle x \rangle$ を入力信号 x の 2 乗平均値 $\langle x^2 \rangle$ の平方根で除算した除算出力は、尺度パラメータ b を含まず、式 (3) に示すように、形状パラメータ c のみの関数 $f(c)$ になる。

10

【数 3】

$$\frac{\langle x \rangle}{\sqrt{\langle x^2 \rangle}} = \frac{\Gamma\left(\frac{1}{c} + 1\right)}{\sqrt{\Gamma\left(\frac{2}{c} + 1\right)}} = f(c)$$

20

この結果、 $f(c)$ の逆関数 $f^{-1}(\langle x \rangle / \sqrt{\langle x^2 \rangle})$ から入力信号 x の形状パラメータ c を決定できる。即ち、形状パラメータ c は式 (4) で表される。

【数 4】

$$f^{-1}\left(\frac{\langle x \rangle}{\sqrt{\langle x^2 \rangle}}\right) = c$$

30

図 1 2 に従来ワイブル C F A R の、入力信号の平均値を入力信号の 2 乗平均値の平方根で除算した除算出力と形状パラメータとの関係を示す。

【0 0 0 9】

また、実際には、入力信号 x の平均値 $\langle x \rangle$ と入力信号 x の 2 乗平均値 $\langle x^2 \rangle$ は、有限のサンプル数 N から算出するため、式 (5) に示すようになる。

【数 5】

$$\langle x \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

$$\langle x^2 \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^2$$

40

次に、C F A R 出力 $x / \langle x \rangle$ に対するしきい値 T の算出方法を以下に示す。しきい値算出回路 5 は、形状パラメータ推定回路 4 からのパラメータ c と誤警報確率 P_{fa} とに基づいてしきい値を算出する。入力信号 x に対するしきい値を T_0 と置くと、ワイブル分布の誤警報確率 P_{fa} は、式 (6) に示すようになる。

【数6】

$$Pfa = \int_{T_0}^{\infty} pdf(x) dx = e^{-(T_0/b)^c}$$

式(6)をしきい値 T_0 について解くと、式(7)が得られる。

【数7】

$$T_0 = -\ln(Pfa)^{\frac{1}{c}} \cdot b$$

$$T_0 = -\ln(Pfa)^{\frac{1}{c}} \cdot \frac{\langle x \rangle}{\Gamma\left(\frac{1}{c} + 1\right)} \left(\because b = \frac{\langle x \rangle}{\Gamma\left(\frac{1}{c} + 1\right)} \right)$$

10

この結果、CFAR出力 $x / \langle x \rangle$ に対するしきい値 T は、誤警報確率 Pfa と形状パラメータ c を用いて、式(8)から求められる。

【数8】

$$T = -\ln(Pfa)^{\frac{1}{c}} \cdot \frac{1}{\Gamma\left(\frac{1}{c} + 1\right)}$$

20

一方、除算回路3は、入力信号 x を入力信号 x の平均値 $\langle x \rangle$ で除算したCFAR出力 $x / \langle x \rangle$ を検出回路6に出力する。検出回路6は、除算回路3からのCFAR出力をしきい値算出回路5からのしきい値と比較してCFAR出力がしきい値を越えたとき目標と検出する。

【非特許文献1】関根松夫著、レーダ信号処理技術

【特許文献1】特許第2801904号(第1図)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0010】

しかしながら、ワイブルCFARでは、形状パラメータの推定誤差が発生する分、CA-CFARと比較してレイリー分布における誤警報確率が增大する。レイリー分布に従うクラッタ及び雑音に対して、CA-CFARと同等の誤警報確率を得ようとした場合、しきい値を高くしなければならず、レイリー分布中に存在する目標の検出率が低くなる。即ち、レーダでは、実際の誤警報確率を 10^{-5} 程度まで下げる必要があり、受信信号の大部分はレイリー分布に従う雑音であることが多い。このため、レイリー分布に対して、ワイブルCFARの誤警報確率が高いことは運用上のデメリットである。

【0011】

ワイブルCFARの誤警報確率が高い理由は、有限個のサンプルを用いて形状パラメータ c を決定(推定)するため、形状パラメータ c の推定誤差により、CA-CFARよりも、しきい値の変動が大きくなるためである。このとき、しきい値はより低い値に設定されてしまうため、誤警報確率が高くなってしまう。よって、CA-CFARと同等の誤警報確率を得ようとした場合、しきい値を高くしなければならず、レイリー分布中に存在する目標の検出率が低くなる。

40

【0012】

本発明は上記の問題を解決するべくなされたもので、レイリー分布に従わないクラッタによる誤警報を抑圧し、レイリー分布中に存在する目標の検出率を向上させることができるレーダ信号処理装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 1 5 】

第1の発明に係るレーダ信号処理装置は、空中線からの受信信号を検波した信号を入力信号として入力し、該入力信号の平均値を第1算出値として算出する平均値算出手段と、前記入力信号の2乗平均値の平方根を第2算出値として算出する平方根算出手段と、前記平均値算出手段からの第1算出値を前記平方根算出手段からの第2算出値で除算した除算出力に対し、ワイブル分布の確率密度関数における形状パラメータが所定値以下における前記除算出力と前記形状パラメータとの複数のサンプリング点を近似法により結んで近似式を求め該近似式により前記除算出力を前記形状パラメータに変換する第1形状パラメータ変換手段と、この第1形状パラメータ変換手段からの前記形状パラメータと誤警報確率とに基づいてしきい値を算出するしきい値算出手段と、前記入力信号を前記平均値算出手段からの第1算出値で除算した除算出力を前記しきい値算出手段からのしきい値と比較して前記除算出力が前記しきい値を越えたとき目標と検出する検出手段とを備えることを特徴とする。

10

【 0 0 1 6 】

第1の発明に係るレーダ信号処理装置によれば、第1形状パラメータ変換手段は、平均値算出手段からの第1算出値を平方根算出手段からの第2算出値で除算した除算出力に対し、形状パラメータが所定値（例えば2）以下における除算出力と形状パラメータとの複数のサンプリング点を近似法により結んで近似式を求め該近似式により除算出力を形状パラメータに変換するので、形状パラメータが所定値に近いときにはCA-CFARのCFAR特性に近づく。即ち、形状パラメータを所定値に近づけると、略CA-CFAR特性となり、ワイブルCFARにおいても、CA-CFARより低いしきい値が設定されることがなくなり、レイリー分布において形状パラメータの推定誤差を原因とする誤警報を抑圧できる。この結果、形状パラメータcを制限しない場合と比較して、同一の誤警報確率を得る設定では、レイリー分布中に存在する目標の探知率を向上させることができる。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 1 7 】

本発明によれば、レイリー分布に従わないクラッタによる誤警報を抑圧し、レイリー分布中に存在する目標の検出率を向上させることができるレーダ信号処理装置を提供することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

30

【 0 0 1 8 】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以下においては、従来の技術の欄で説明した構成部分に相当する部分には、従来の技術の欄で使用した符号と同じ符号を用いて説明する。

【 実施例1 】

【 0 0 1 9 】

実施例1のレーダ信号処理装置は、形状パラメータcを"2"以上と推定し、しきい値Tを過剰に低く設定しないように、形状パラメータcを"2"に制限したワイブルCFAR部を有することを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

40

図1は本発明の実施の形態に係るレーダ信号処理装置に設けられた実施例1のワイブルCFAR部の構成を示すブロック図である。図2は本発明の実施の形態に係るレーダ装置の全体構成を示すブロック図である。

【 0 0 2 1 】

図2に示すレーダ装置は、送信種信号発生器10、D/A変換部11、ローカル発振器12、ミキサー13、送信増幅器14、サーキュレータ15、空中線16、受信増幅器17、ミキサー18、A/D変換器19、離散フーリエ変換(DFT)処理部20、検波器21、ワイブルCFAR部からなる目標検出処理部22から構成されている。

【 0 0 2 2 】

送信種信号発生器10は、パルス繰り返し周波数(Pulse Repetition Frequency、PR

50

Fと略する。)を持つ送信種信号を生成する。

【0023】

D/A変換器11は、送信種信号発生器10からの送信種信号をアナログ信号に変換する。ミキサ13は、ローカル発振器12からのローカル信号とD/A変換器11からの送信種信号とを混合して高周波信号に変換する。

【0024】

送信増幅器14は、ミキサ13からの高周波信号を所定のレベルまで増幅する。サーキュレータ15は、送信増幅器14からの高周波信号を空中線16に出力し、空中線16からの受信信号を受信増幅器17に出力するための信号切替を行なう。空中線16は、例えばアレイアンテナ等で構成され、サーキュレータ15を介して送信増幅器14から入力した高周波信号を目標に向けて送信すると共に、目標からの反射波を受信し、その受信信号をサーキュレータ15へ出力する。

10

【0025】

受信増幅器17は、サーキュレータ15を介して空中線16から入力した受信信号を低雑音増幅する。ミキサ18は、受信増幅器17からの受信信号とローカル発振器12からのローカル信号とを混合することにより中間周波信号に変換する。

【0026】

A/D変換器19は、ミキサ18からの中間周波信号を直交デジタル(I, Q)信号x(t)に変換する。

【0027】

離散フーリエ変換(DFT)処理部20は、A/D変換器19からの信号に対してフーリエ変換を行うことにより、時間データを周波数データに変換する。即ち、目標の相対速度を検出するために受信信号を目標の速度成分であるドップラ成分に分解する。検波器21は、離散フーリエ変換(DFT)処理部20からの各ドップラ成分に対して直交デジタル(I, Q)信号を $(I^2 + Q^2)$ により、信号振幅xに変換する。目標検出処理部22は、検波器21からの信号振幅を基に、目標を検出するもので、図2に示すワイブルCFAR部に相当する。

20

【0028】

ワイブルCFAR部は、平方根算出回路1、平均値算出回路2、除算回路3、形状パラメータ推定回路4、しきい値算出回路5、検出回路6、形状パラメータ変換回路7を有して構成される。実施例1のワイブルCFAR部は、図10に示す従来のワイブルCFAR部に対して形状パラメータ変換回路7を設けた点が異なる。

30

【0029】

形状パラメータ変換回路7は、形状パラメータ推定回路4からの形状パラメータが"2"(本発明の所定値に対応)以上の場合に"2"以上の形状パラメータを"2"に制限する。形状パラメータ推定回路4は、本発明の第1形状パラメータ変換手段に対応し、形状パラメータ変換回路7は、本発明の第2形状パラメータ変換手段に対応する。しきい値算出回路5は、形状パラメータ変換回路7からの形状パラメータと誤警報確率とに基づいてしきい値を算出する。

【0030】

次にこのように構成された実施例1のワイブルCFAR部の動作を説明する。

40

【0031】

まず、平方根算出部1により、入力信号x(x1, x2...xNの有限個Nのサンプリング値)の2乗平均値 $\langle x^2 \rangle$ の平方根が算出され、平均値算出回路2により、入力信号xの平均値 $\langle x \rangle$ が算出される。入力信号xの平均値 $\langle x \rangle$ と入力信号xの2乗平均値 $\langle x^2 \rangle$ は、有限のサンプル数Nから算出するため、式(5)によって求められる。

【0032】

次に、形状パラメータ推定回路4に、平均値算出回路2からの入力信号xの平均値 $\langle x \rangle$ と平方根算出回路1からの入力信号xの2乗平均値 $\langle x^2 \rangle$ の平方根が入力され、形状パラメータ推定回路4により、入力信号xの平均値 $\langle x \rangle$ を入力信号xの2乗平均値 $\langle x$

50

2 の平方根で除算した除算出力が、形状パラメータ c に変換される。形状パラメータ c は式(3)と式(4)とによって求められる。

【0033】

その後、形状パラメータ変換回路7に入力された形状パラメータ c は、形状パラメータが"2"以上の場合に"2"以上の形状パラメータを"2"とする変換を施され、変換後、形状パラメータ c' として、しきい値算出回路5に出力される。

【0034】

図3は実施例1のワイブルCFAR部に設けられた形状パラメータ変換回路の特性を示す図である。図3に示すように、形状パラメータ c が"2"未満の場合には変更後の形状パラメータ c' は、形状パラメータ c に対して直線的に比例増加させ、形状パラメータ c が"2"以上の場合には形状パラメータ c' は、"2"に一定とする。図4は実施の形態のワイブルCFARの、入力信号の平均値を入力信号の2乗平均値の平方根で乗算した除算出力と形状パラメータとの関係を示す図である。図4に示すように、形状パラメータ c が"2" (レイリー分布相当) を越えないように、前記除算出力が大きくなっても形状パラメータ c' を"2"にする。

10

【0035】

次に、しきい値算出回路5では、変換後の形状パラメータ c' と誤警報確率 P_{fa} に基づいてしきい値 T を算出する。形状パラメータ c' が"2"未満の場合には、CFAR出力 $x / \langle x \rangle$ に対するしきい値 T' は、誤警報確率 P_{fa} と形状パラメータ c を用いて、式(8)により求められる。

20

【0036】

形状パラメータ c' を"2"以下に制限すると、ワイブルCFARにおいても、CA-CFARより低いしきい値 T が設定されることがなくなり、レイリー分布において形状パラメータ c の推定誤差を原因とする誤警報を抑圧できる。この結果、形状パラメータ c を制限しない場合と比較して、同一の誤警報確率を得る設定では、レイリー分布中に存在する目標の探知率を向上させることができる。

【0037】

図5は実施の形態のワイブルCFARのCFAR特性を示す図である。図5からもわかるように、実施の形態のワイブルCFARでは、形状パラメータ c が"1"のときは、ワイブルCFARと同様のCFAR特性を有し、形状パラメータ c が"2"のときは、CA-CFARと類似のCFAR特性を有するCFARとなっている。

30

【0038】

なお、定常入力信号に対するCFAR特性について、サンプル数 N が16時のワイブルCFARとCA-CFARのCFAR特性を、データ数が 2.4×10^7 のモンテカルロ・シミュレーションにより算出した。図6は形状パラメータに対するCA-CFARのCFAR特性を示す図である。図7は形状パラメータに対するワイブルCFARのCFAR特性を示す図である。グラフの横軸は、しきい値の算出に用いる誤警報確率 P_{fa} を \log_{10} 変換したもので、縦軸は、シミュレーション結果の誤警報確率 P_{fa}' を \log_{10} 変換したものである。

【0039】

有限個のサンプルを用いることによるCFAR損失の補正は実施していないため、設定した誤警報確率 P_{fa} よりもシミュレーション結果の誤警報確率 P_{fa}' が大きくなっている。

40

【0040】

CA-CFARでは、形状パラメータ c が小さくなるにつれて誤警報確率 P_{fa}' が増加しているが、ワイブルCFARでは、形状パラメータ c を変化させても、誤警報確率 P_{fa}' は、ほぼ一定である。このことから、ワイブルCFARは、形状パラメータ c に依らず、CFAR特性が表現できていることが分かる。

【0041】

但し、形状パラメータ c が2 (レイリー分布) の場合、 $P_{fa}' : 10^{-5}$ を達成するた

50

めに、CA-CFARでは、Pfa: 約 10^{-8} で実現可能となるが、ワイブルCFARでは、Pfa: 10^{-30} 程度まで引き上げる必要があり、同一の誤警報確率Pfa'を得ようとした場合、検出性能が大幅に劣化する。このことから、ワイブルCFARは、CA-CFARに対してレイリー分布に対するCFAR損失が大きいことが分かる。

【実施例2】

【0042】

次に、実施例2のワイブルCFAR部を説明する。図8は実施例2のワイブルCFAR部の構成を示すブロック図である。図9は実施例2のワイブルCFAR部に設けられた形状パラメータ推定・変換回路の特性を示す図である。

【0043】

実施例2では、実施例1の形状パラメータ推定回路4と形状パラメータ変換回路7に代えて形状パラメータ推定・変換回路23を設けたことを特徴とする。

【0044】

形状パラメータ推定・変換回路23は、形状パラメータcが図9に示すように、“2”(本発明の所定値に対応)以下における除算出力と形状パラメータcとの複数のサンプリング点P1~P5を最小2乗法等の多項近似法により結んで近似式を求め該近似式により除算出力を形状パラメータc'に変換する。

【0045】

従って、形状パラメータc'が“2”に近いときにはCA-CFARのCFAR特性に近づく。即ち、形状パラメータc'を“2”以下に制限すると、略ワイブルCFARにおいても、CA-CFARより低いしきい値が設定されることがなくなり、レイリー分布において形状パラメータの推定誤差を原因とする誤警報を抑圧できる。この結果、形状パラメータcを制限しない場合と比較して、同一の誤警報確率を得る設定では、レイリー分布中に存在する目標の探知率を向上させることができる。

【0046】

なお、実施例1では、形状パラメータcが“2”以上の場合には形状パラメータc'を“2”としたが、例えば形状パラメータc'を“1.5~2.5”の範囲内の値に設定してもよい。また、形状パラメータcが“2”未満の場合には形状パラメータc'を形状パラメータcに対して直線的に変化させたが、例えば形状パラメータc'を形状パラメータcに対して非線形に変化させても良い。

【産業上の利用可能性】

【0047】

本発明は、レーダ信号処理装置を含むレーダ装置に適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】本発明の実施の形態に係るレーダ信号処理装置に設けられた実施例1のワイブルCFAR部の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施の形態に係るレーダ信号処理装置の全体構成を示すブロック図である。

【図3】実施例1のワイブルCFAR部に設けられた形状パラメータ変換回路の特性を示す図である。

【図4】実施の形態のワイブルCFARの、入力信号の平均値を入力信号の2乗平均値の平方根で乗算した除算出力と形状パラメータとの関係を示す図である。

【図5】実施の形態のワイブルCFARのCFAR特性を示す図である。

【図6】形状パラメータに対するCA-CFARのCFAR特性を示す図である。

【図7】形状パラメータに対するワイブルCFARのCFAR特性を示す図である。

【図8】実施例2のワイブルCFAR部の構成を示すブロック図である。

【図9】実施例2のワイブルCFAR部に設けられた形状パラメータ変換回路の特性を示す図である。

【図10】従来のワイブルCFAR部の構成を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 1 1】いくつかの形状パラメータ c に対するワイブル分布の確率密度関数を示す図である。

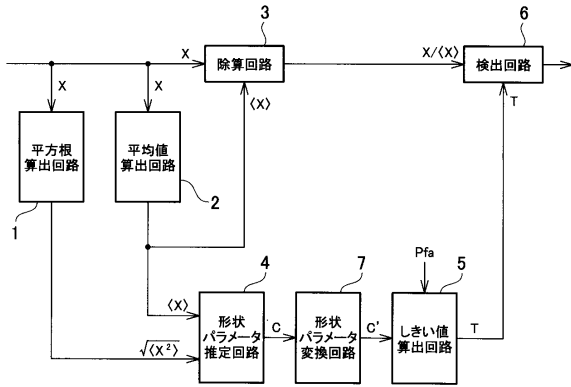
【図 1 2】従来のワイブルCFARの、入力信号の平均値を入力信号の2乗平均値の平方根で除算した除算出力と形状パラメータとの関係を示す図である。

【符号の説明】

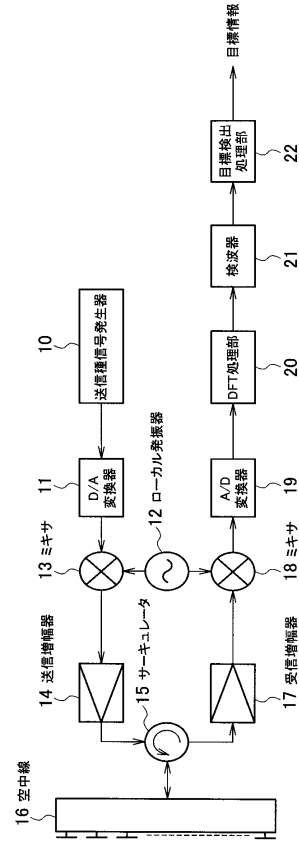
【0049】

- | | | |
|--------|----------------|----|
| 1 | 平方根算出回路 | |
| 2 | 平均値算出回路 | |
| 3 | 除算回路 | |
| 4 | 形状パラメータ推定回路 | 10 |
| 5 | しきい値算出回路 | |
| 6 | 検出回路 | |
| 7 | 形状パラメータ変換回路 | |
| 10 | 送信種信号発生器 | |
| 11 | D/A変換器 | |
| 12 | ローカル発振器 | |
| 13, 18 | ミキサ | |
| 14 | 送信増幅器 | |
| 15 | サーキュレータ | |
| 16 | 空中線 | 20 |
| 17 | 受信増幅器 | |
| 19 | A/D変換器 | |
| 20 | DFT処理部 | |
| 21 | 検波器 | |
| 22 | 目標検出処理部 | |
| 23 | 形状パラメータ推定・変換回路 | |

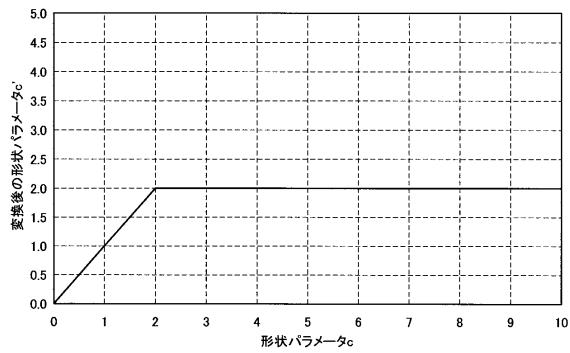
【図1】



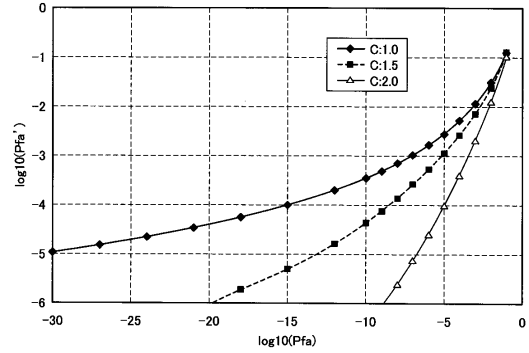
【図2】



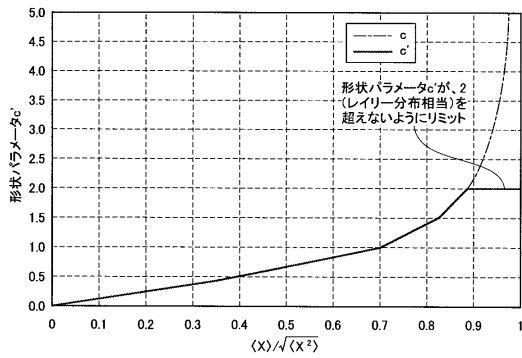
【図3】



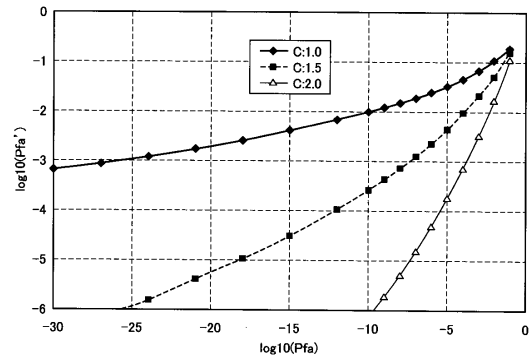
【図5】



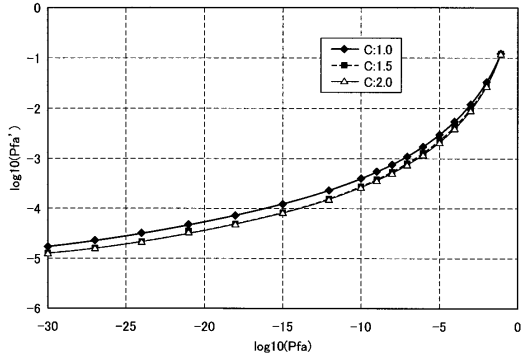
【図4】



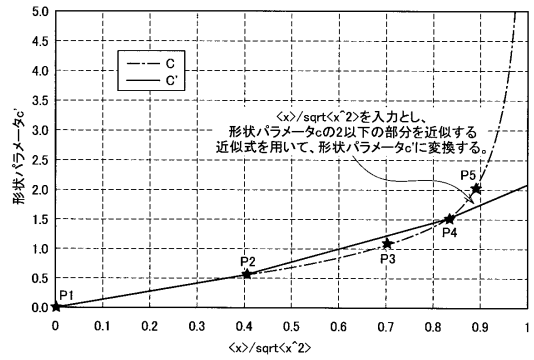
【図6】



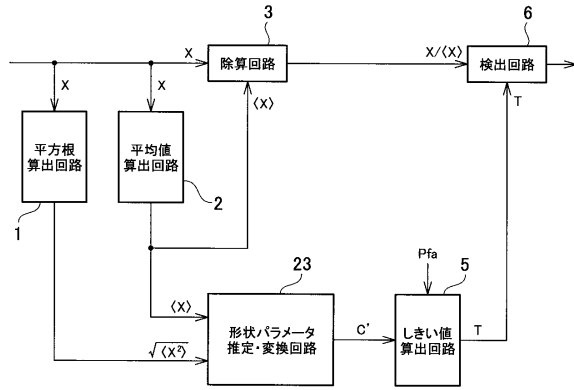
【図7】



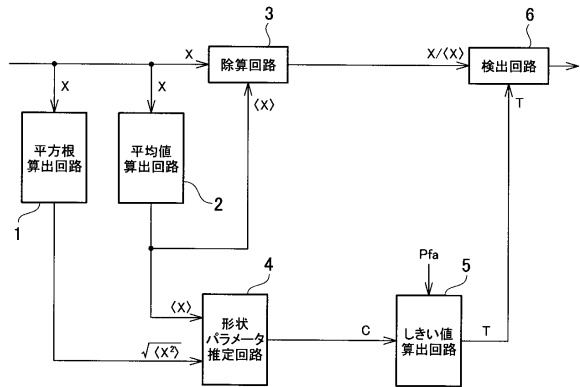
【図9】



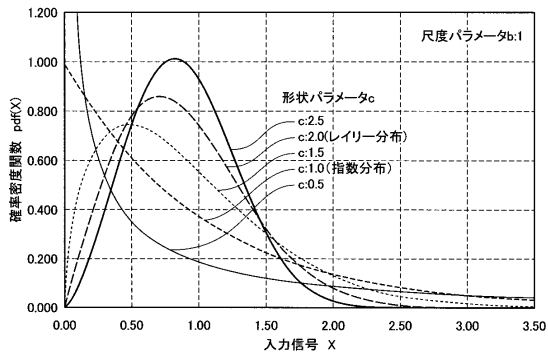
【図8】



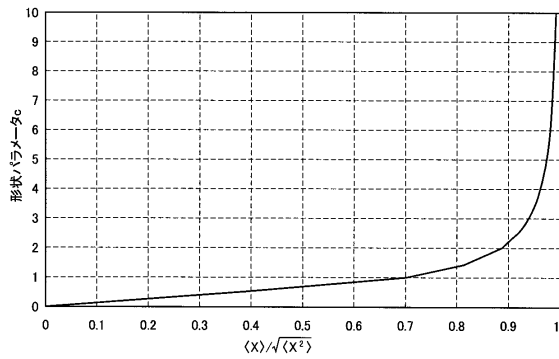
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-260247(JP,A)
特開平02-275382(JP,A)
特開平04-081678(JP,A)
特開平04-064078(JP,A)
特開平03-138585(JP,A)
特開平02-296173(JP,A)
特開平01-114772(JP,A)
特開昭61-180164(JP,A)
特開昭61-180166(JP,A)
特開昭61-028883(JP,A)
特開昭61-205878(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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