

(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2005-207932  
(P2005-207932A)

(43) 公開日 平成17年8月4日(2005.8.4)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
GO1S 13/28  
HO4B 1/707

F I  
GO1S 13/28  
HO4J 13/00

テーマコード (参考)  
5J070  
5K022

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2004-15893 (P2004-15893)	(71) 出願人	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
(22) 出願日	平成16年1月23日 (2004.1.23)	(71) 出願人	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号
		(74) 代理人	100099759 弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100092624 弁理士 鶴田 準一
		(74) 代理人	100100871 弁理士 土屋 繁
		最終頁に続く	

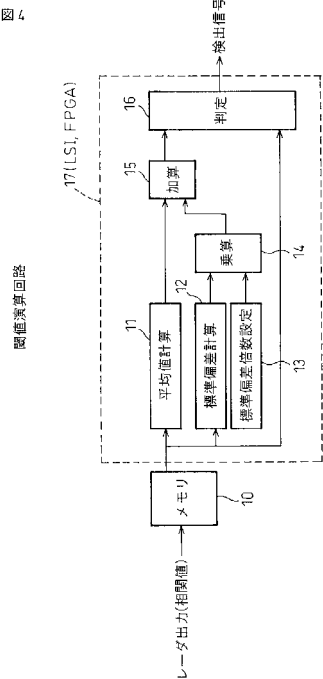
(54) 【発明の名称】 スペクトル拡散レーダ装置

(57) 【要約】

【課題】 ターゲットの誤検出の確率が小さいスペクトル拡散レーダ装置を得る。

【解決手段】 スペクトル拡散レーダ装置は、符号発生器 1 と、拡散符号により変調された信号を送信する送信部 3 と、送信された信号のターゲットからの反射波を受信する受信部 4 と、拡散符号を遅延する遅延部 6 と、遅延された拡散符号を用いて受信信号を逆拡散処理し相関値を検出する相関値検出部 8 と、検出された相関値からターゲットの存在を検出するターゲット検出部 9 とを備える。ターゲット検出部 9 は、さらに、相関値の平均を計算する平均値計算部 11 と、標準偏差を計算する標準偏差計算部 12 と、標準偏差に対して拡散符号に対応してあらかじめ設定された倍数を乗算する乗算部 14 と、平均値に前記乗算部出力値を加算する加算部 15 とを有するターゲット検出のための閾値設定部を備えている。

【選択図】 図 4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

スペクトル拡散符号を発生する符号発生器と、前記符号発生器によって生成された拡散符号により変調された信号を送信する送信部と、前記送信された信号のターゲットからの反射波を受信する受信部と、前記スペクトル拡散符号を遅延する遅延部と、前記遅延されたスペクトル拡散符号を用いて前記受信部によって受信された信号を逆拡散処理してその相関値を検出する相関値検出部と、前記検出された相関値からターゲットの存在を検出するターゲット検出部とを備えたスペクトル拡散レーダ装置において、前記ターゲット検出部は、前記検出された相関値の平均を検出する平均値検出部と、前記相関値の標準偏差を検出する標準偏差検出部とを有する閾値設定部を備え、該閾値設定部は前記検出された標準偏差および前記検出された平均値に基づいてターゲット検出のための閾値を設定することを特徴とする、スペクトル拡散レーダ装置。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載のスペクトル拡散レーダ装置において、前記閾値設定部はさらに、前記検出された標準偏差に対して前記スペクトル拡散符号に対応してあらかじめ設定された倍数を乗算する乗算部と、前記検出された平均値に前記乗算部出力を加算する加算部とを有し、該加算結果に基づいて前記閾値を設定することを特徴とする、スペクトル拡散レーダ装置。

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載のスペクトル拡散レーダ装置において、前記ターゲット検出部は、前記閾値設定部において設定された閾値を用いてターゲット検出を行った後、前記検出されたターゲットの相関値を除いた残りの相関値について前記閾値設定部において再度閾値の設定を行い、前記再度設定された閾値を用いてターゲット検出することを特徴とする、スペクトル拡散レーダ装置。

20

## 【請求項 4】

請求項 3 に記載のスペクトル拡散レーダ装置において、前記ターゲット検出部は、ターゲットが検出されなくなるまで、前記検出されたターゲットの相関値を除いた残りの相関値に関する再度の閾値設定を繰り返すことを特徴とする、スペクトル拡散レーダ装置。

## 【請求項 5】

請求項 3 に記載のスペクトル拡散レーダ装置において、前記ターゲット検出部は、予め設定した個数のターゲットが検出されるまで、前記検出されたターゲットの相関値を除いた残りの相関値に関する再度の閾値設定を繰り返すことを特徴とする、スペクトル拡散レーダ装置。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、スペクトル拡散方式を用いたレーダ装置に関し、特にターゲットを高精度で検出することが可能なレーダ装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

送信用搬送波の変調方式としてスペクトル拡散方式を採用したレーダ装置が既に提案されている。このようなレーダ装置では、受信した反射波から得られた相関値に関するデータの中からターゲットによるものと思われる信号を正確に検出するために、種々の工夫が為されている。例えば、相関値データ中で値の高いものから順に  $n$  個のデータを取り出す方式や、あらかじめ設定した閾値を超えた相関値データを取り出す方式等がある（例えば、特許文献 1 乃至 4 参照）。

40

## 【0003】

【特許文献 1】特開 2002 - 185363

【特許文献 2】特開 2002 - 185364

【特許文献 3】特開 2001 - 77722

50

【特許文献4】特開平9 - 223981

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところが、上記従来の検出方式では、検出したデータが本当にターゲットによるものか、あるいは符号のマーク率やS/N比の度合いで間違っ

10

て検出したものか否かを判定することが困難である。例えば、相関値が大きいものから上位n個のデータを取り出す方式では、ターゲットがn個存在しない場合でもn個のデータを検出してしま

うので、ターゲットが少ない場合は誤検出する確率が高い。

【0005】

また、あらかじめ設定した閾値を設け、この閾値を超えたデータを取り出す方式では、ターゲットが多い場合あるいはピーク値の大きいターゲットが存在する場合、反射レベルが高くなりそのため誤検出の確率が増加する。

【0006】

本発明はかかる点に関して為されたもので、相関値のデータからターゲットによるものと思われるデータを精度良く検出する事が可能な、スペクトル拡散レーダ装置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】

【0007】

上記の課題を解決するために、本発明のスペクトル拡散レーダ装置は、スペクトル拡散符号を発生する符号発生器と、この符号発生器によって生成された拡散符号により変調された信号を送信する送信部と、送信された信号のターゲットからの反射波を受信する受信部と、スペクトル拡散符号を遅延する遅延部と、遅延されたスペクトル拡散符号を用いて受信部によって受信された信号を逆拡散処理してその相関値を検出する相関値検出部と、検出された相関値からターゲットの存在を検出するターゲット検出部とを備え、さらに、このターゲット検出部は、検出された相関値の平均を検出する平均値検出部と、相関値の標準偏差を検出する標準偏差検出部とを有する閾値設定部を備え、この閾値設定部において、検出された標準偏差および平均値に基づいてターゲット検出のための閾値を設定する。さらにこの閾値設定部は、検出された標準偏差に対してスペクトル拡散符号に対応してあらかじめ設定された倍数を乗算する乗算部と、検出された平均値に乗算部出力値を加算する加算部とを有し、この加算結果に基づいて閾値を決定する。

20

30

【発明の効果】

【0008】

本発明のスペクトル拡散レーダ装置では、以上のように、検出された相関値の平均値とその標準偏差値とを算出し、この標準偏差を使用した拡散符号の特性によって予め設定される倍数で乗算したものを平均値に対して加算することにより、相関値の分散度および符号の特性を的確に反映した閾値を得ている。そのため、このようにして設定された閾値を用いてターゲットの検出を行うことにより、ターゲットを誤検出する確率は小さくなる。

【0009】

さらに本発明では、上記のスペクトル拡散レーダ装置において、ターゲット検出部は、閾値設定部において設定された閾値を用いてターゲット検出を行った後、検出されたターゲットの相関値を除いた残りの相関値について閾値設定部において再度閾値の設定を行い、再度設定された閾値を用いてターゲットを検出するようにしている。

40

【0010】

これにより、相関値の平均値および標準偏差に大きな影響を与えるデータを取り除いて閾値検出を実行できるので、より適切な閾値を得ることができる。なお、上記再度の閾値設定は、ターゲットが検出されなくなるまで繰り返しても良く、あるいはシステムの処理速度を上げるために、予め設定した個数のターゲットが検出されるまでに限定して行っても良い。

【発明を実施するための最良の形態】

50

## 【 0 0 1 1 】

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態にかかるスペクトル拡散レーダ装置の概略構成を示すブロック図である。図において 1 は拡散符号を発生するための符号発生器、2 は送信信号を形成しこの送信信号を符号発生器 1 で生成された拡散符号によってスペクトル拡散変調する拡散・送信処理部、3 は拡散処理された信号を送信するためのアンテナである。

## 【 0 0 1 2 】

4 は受信アンテナであり、送信アンテナ 3 から送信された電波がターゲットによって反射され戻ってきたもの、即ちターゲットによる反射波を受信するためのものである。5 は受信処理部であり、受信アンテナ 4 によって受信した信号に対して A/D 変換等の信号処理を実行する。

## 【 0 0 1 3 】

6 は、符号発生器 1 によって生成されたスペクトル拡散符号を段階的に遅延する遅延処理部、7 は遅延処理部 6 によって遅延されたスペクトル拡散符号を用いて受信信号を逆拡散処理する逆拡散処理部、8 は逆拡散処理された信号中から相関値を検出する相関値検出部である。

## 【 0 0 1 4 】

9 は、ターゲット検出部であり、相関値検出部 8 において検出された相関値を閾値と比較してターゲットを検出する。なお、ターゲット検出部 9 は、相関値を基に、ターゲットまでの距離、受信強度、ターゲットと自車との相対速度およびターゲットが何であることを判定するための種々の処理を行う手段を含んでも良い。ターゲット検出部 9 の処理結果は、図示されていないがディスプレイ等に表示されたり、本レーダ装置が搭載された車両の走行をスロットルやブレーキ等を用い処理結果に応じて制御する。

## 【 0 0 1 5 】

図 2 は、図 1 に示す装置の動作説明のための図であって、図 2 ( a ) は符号発生器 1 において生成される符号列を示し、図 2 ( b ) は、( a ) に示す符号列を遅延処理部 6 において遅延した後の符号列を示す。図 ( b ) に示すように、符号発生器 1 で生成された符号列は、装置等によって固有に決まる初期ディレイを除いて、符号毎に 1 ビットずつ遅延されている。遅延量 1 ビットは、ターゲットの存在を検出するための距離の単位を構成し、例えば送信波の周波数が 3 G b p s の場合、5 c m となる。この遅延量は、目的に応じて任意に設定される。

## 【 0 0 1 6 】

図 2 ( c ) は、受信アンテナ 4 において受信され、受信処理部 5 において処理された各ターゲットからの反射波および送受信アンテナ 3 , 4 間での直接波のアナログ量の和を示す。この受信信号を A/D 変換した後、逆拡散処理部 7 において、図 ( b ) に示す遅延された符号列によって逆拡散処理することにより、図 ( d ) に示すようにそれぞれの距離における相関値が決定される。高い相関値が検出されると、その距離にターゲットが存在しているものと考えられる。

## 【 0 0 1 7 】

図 3 は、ターゲットが例えば 2 m と 4 m の距離に存在する場合の、相関値検出例を示す。図示するように、距離 2 m と 4 m において強い相関値のピークが存在し、これらの距離に相当する位置に反射強度の大きいターゲットが存在することがわかる。図 3 に示す相関値のグラフでは、ターゲットによるピークに加えて、直接波と各ターゲットからの相互相関によるノイズが含まれている。従って、ターゲットの存在を検出するために、従来では相関値の大きいものから n 個のピークを検出し、これらをターゲットによるものとして処理すること、あるいは、あらかじめ決定した閾値を超えたピークをターゲットによるものと判定するなどの方法をとっていた。

## 【 0 0 1 8 】

しかしながら、このような処理では、検出したピークが本当にターゲットによるものか、あるいは符号のマーク率またはノイズによるものか、正確に区別する事が困難である。従って、本実施の形態では、相関値データの平均値とその標準偏差値、およびスペクトル

10

20

30

40

50

拡散のために用いた符号列の特性によって決定される標準偏差値に対する倍数とを用いて、閾値を相関値データに応じて変更し、ターゲットをより正確に検出できるようにしている。

#### 【 0 0 1 9 】

図 4 は、ターゲット検出のための閾値を演算するための回路構成を示すブロック図である。この回路は、図 1 のターゲット検出部 9 に設けられている。図 4 において、10 は相関値検出部 8 からの相関値を、距離 0、距離 1、距離 2、距離 3・・・距離 n についてそれぞれ記憶するメモリ、11 はメモリ 10 に記憶された相関値から相関値の平均値を計算する平均値計算部、12 はメモリ 10 に記憶されたデータから相関値の標準偏差を計算する標準偏差計算部、13 は符号発生器 1 において使用した符号列の性質に基づいて、あらかじめ決められた標準偏差に対する倍数を設定する、標準偏差倍数設定部である。

10

#### 【 0 0 2 0 】

図 5 は、メモリ 10 のアドレスマップを示す。相関値検出部 8 からの相関値データは、距離 0 から距離 n までのそれぞれの距離毎に、アドレス  $0 \times 00 \sim 0 \times 0n$  に記憶される。平均値計算部 11 および標準偏差計算部 12 での演算は、メモリ 10 に記憶されたこれらのデータを基に実行される。尚、平均値計算部 11 や標準偏差計算部 12 は演算により値を求めるようにしているが、あらかじめ定められたマップにより値を抽出するようにしてもよい。

#### 【 0 0 2 1 】

図 4 において、14 は、計算された標準偏差値に対してあらかじめ決められた倍数を乗算する乗算部、15 は乗算部 14 における乗算結果を平均値に加算する加算部である。加算部 15 における加算処理の結果、ターゲット検出のための閾値 T が、 $T = (\text{平均値}) + (\text{標準偏差値} \times \text{倍数})$  として得られる。

20

#### 【 0 0 2 2 】

図 4 の 16 は、ターゲット判定を行うための判定部であり、加算部 15 の出力として得られた閾値 T とメモリ 10 中に格納されている個々の相関値データとを比較し、個々の相関値データが閾値 T 以上であるか否かを決定する。閾値 T 以上の相関値データが検出された場合、そのデータに対応する位置にターゲットが存在しているものと判定される。

#### 【 0 0 2 3 】

図 3 において、直線 A は相関値の平均レベルを示し、直線 B は平均 + 標準偏差  $\times 2$  のレベルを、直線 C は平均 + 標準偏差  $\times 3$  のレベルをそれぞれ示す。図から明らかなように、平均値のみを閾値とした場合は、多くの相互相関値ピークをターゲットからのものと誤検出することとなるが、平均 + 標準偏差  $\times 3$  のレベル C を閾値とすれば、距離 2 m と距離 4 m にある 2 個のターゲットのみを正確に検出する事ができる。

30

#### 【 0 0 2 4 】

図 6 および 7 は、標準偏差に対する倍数の設定を説明するための図である。図 1 の装置において、符号発生器 1 において生成される送信符号と、逆拡散処理部 7 において使用される逆拡散符号は既知であり、従ってそれらの符号列を使用した場合に自己相関値がどのような値になるかは計算可能である。図 6 は、M 系列の符号を用いた場合の自己相関値の例を示し、図 7 は Gold 符号を用いた場合の自己相関値を示す。

40

#### 【 0 0 2 5 】

図 6 に示すように、拡散符号として M 系列の符号を用いた場合は相互相関特性に基づくノイズ様の成分が小さいので、標準偏差倍数は 1 で良い。しかしながら Gold 符号の場合は、ノイズ様の成分がその符号の特徴として発生するので、標準偏差倍数は、2、3 等を適宜使用する必要がある。なお、符号さえ既知であれば、図 7 の D に示すノイズ様成分の大きさが分かるので、その大きさに対応して倍数を設定する。実際の装置であれば生成多項式の次数が上がり、符号の長さも  $2^n - 1$  ではなくることが多いので、ノイズ様の成分はさらに複雑となる。

#### 【 0 0 2 6 】

図 4 に示す回路を実現するのに、点線で囲んだ部分 17 を LSI やあるいは FPGA (

50

Field Programmable Gate Array)を利用してハード的に構成することや、あるいは図 8 に示すように、CPUあるいはDSP19を用いてソフト的に構成することが可能である。ハード的に回路構成した場合の方が、ソフト的处理に比べて処理速度は速くなる。

#### 【0027】

図 9 は、本発明の他の実施形態を示すフローチャートである。本実施形態では、図 4 または 8 に示した装置を用いて閾値を設定して 1 個のターゲット検出を行った後、検出されたターゲットのデータを除いて、その他のデータに関し再度平均値と標準偏差とを計算し、新たな閾値を得る。その後、この閾値を用いて次のターゲットの検出を行う。これにより、閾値を動的に変更して複数のターゲットの検出を行う事ができる。反射レベルが大きいターゲットは、その自己相関値のピークが大きく、全体の平均値に与える影響が大きい。したがって、その分のデータを除去して再度閾値計算を行うことによって、次のターゲットの検出に対して、より適切な閾値を決定することができる。

10

#### 【0028】

図 9 において、ステップ S 1 は、図 4 または図 8 の装置を用いて閾値を演算し設定するためのステップである。ステップ S 1 で閾値が決定されると、この閾値とメモリ 10 内の相関値データとを比較、判定し、ターゲットを検出する。ステップ S 2 においてターゲットが検出されると、ステップ S 3 において検出したデータを除いて再度平均値と標準偏差値を計算し、新たな閾値を設定する。次に、ステップ S 3 で設定された閾値とメモリ 10 内の相関値データとを比較、判定し、ターゲットを検出する。なお、ステップ S 2 でこれ以上ターゲットが検出されない場合は、処理を終了する。

20

#### 【0029】

距離 0 m の相関値は、アンテナ 3、4 間の直接波に基づくものであり通常最も強度の大きいピークとして現れる。そのため反射レベルに対する影響が大きく、ステップ S 3 でこのデータを除いて閾値の再計算を行うことにより、閾値をより適切に決定することができる。

#### 【0030】

図 10 は、本発明のさらに他の実施形態を示すフローチャートである。本実施形態では、図 9 に示す実施形態のステップ S 4 において新たなターゲットの検出判定を行った後、さらにターゲット検出を行い(ステップ S 5)、ターゲットが存在すれば(ステップ S 5 の YES)ステップ S 3 に戻って検出したデータを除いて再度閾値の計算を行う。次に、このようにして決定した新たな閾値を用いて、次のターゲットの検出判定を行う(ステップ S 4)。ターゲットが検出されれば(ステップ S 5 の YES)、さらにステップ S 3 以下を繰り返す。ステップ S 5 でターゲットが検出され無くなれば、処理を終了する。このように動的に閾値を変化させることにより、そのときの最適の閾値を用いて複数のターゲットの検出が可能となる。

30

#### 【0031】

なお、ターゲットが多数存在する場合、図 10 に示す処理では処理時間が長くなり、システムへの影響が大きくなる。そのため、検出個数をあらかじめ設定した数に制限し処理時間を抑えることも可能である。

#### 【0032】

図 11 は、検出個数を制限した場合の実施形態にかかるフローチャートを示す。図示するように、ステップ S 5 においてターゲットが検出されると、ステップ S 6 でこれまでに検出されたターゲットの個数があらかじめ設定された値  $m$  以内か否かを判定する。 $m$  以内である場合(ステップ S 6 の YES)、ステップ S 3 に戻って閾値を変更するためのステップを繰り返す。検出個数が  $m$  を超えた場合(ステップ S 6 の NO)、処理を終了する。これにより、ターゲットが多数存在する場合であっても、システムに負担をかけずに処理を実行することができる。

40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0033】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態にかかるスペクトル拡散レーダ装置の構成を示すブロッ

50

ク図。

【図 2】図 1 に示す装置の動作説明のためのタイムチャート。

【図 3】検出された相関値特性の一例を示す図。

【図 4】本発明にかかる閾値演算回路の構成を示すブロック図。

【図 5】メモリアドレスマップを示す図。

【図 6】M 系列符号の相関特性を示す図。

【図 7】G o l d 符号の相関特性を示す図。

【図 8】閾値演算のソフト的处理を示す図。

【図 9】本発明の他の実施形態のフローチャート。

【図 1 0】本発明のさらに他の実施形態のフローチャート。

10

【図 1 1】本発明のさらに他の実施形態のフローチャート。

【符号の説明】

【 0 0 3 4 】

1 ... 符号発生器

2 ... 拡散・送信処理部

3 ... 送信アンテナ

4 ... 受信アンテナ

5 ... 受信処理部

6 ... 遅延処理部

7 ... 逆拡散処理部

20

8 ... 相関値検出部

9 ... ターゲット検出部

1 0 ... メモリ

1 1 ... 平均値計算部

1 2 ... 標準偏差計算部

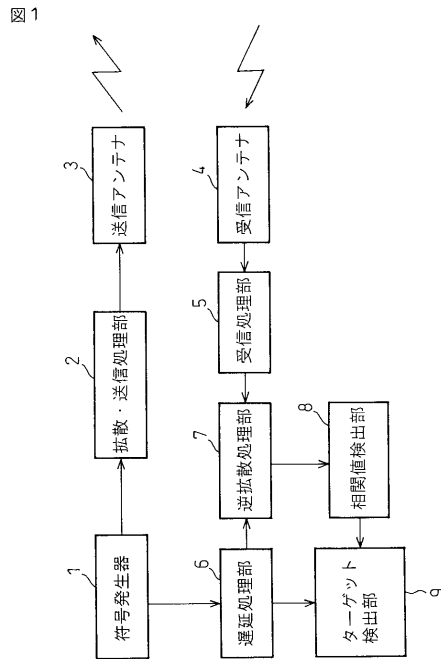
1 3 ... 標準偏差倍数設定部

1 4 ... 乗算部

1 5 ... 加算部

1 6 ... 判定部

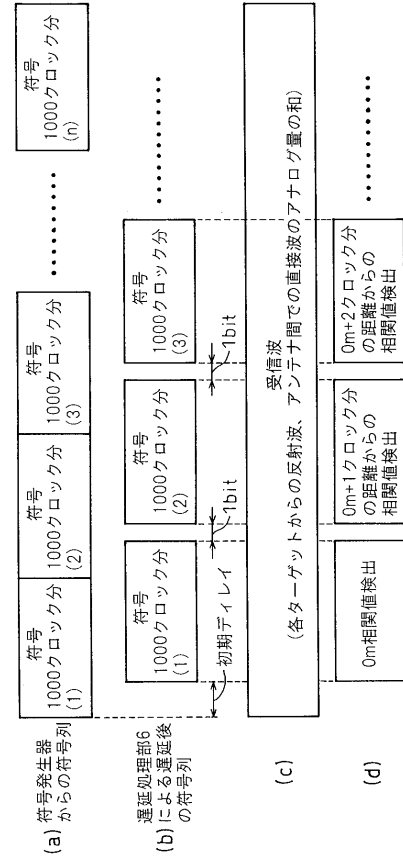
【図 1】



【図 2】

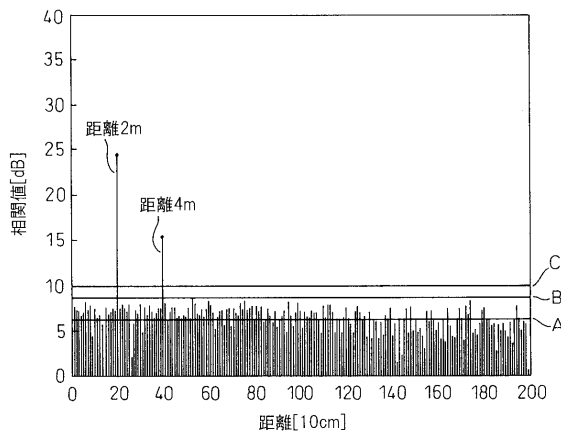
図 2

送信符号と受信符号の相関関係を示す



【図 3】

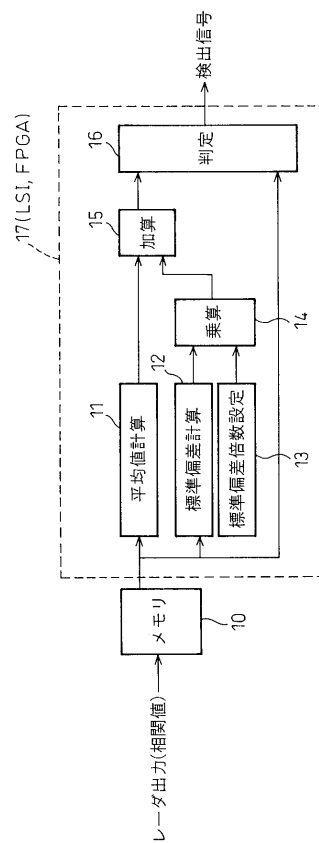
図 3 ターゲットが2mと4mに存在する場合の検出例



【図 4】

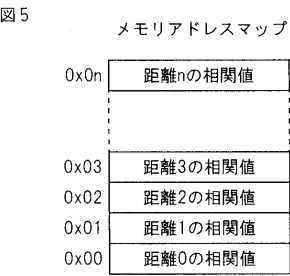
図 4

閾値演算回路

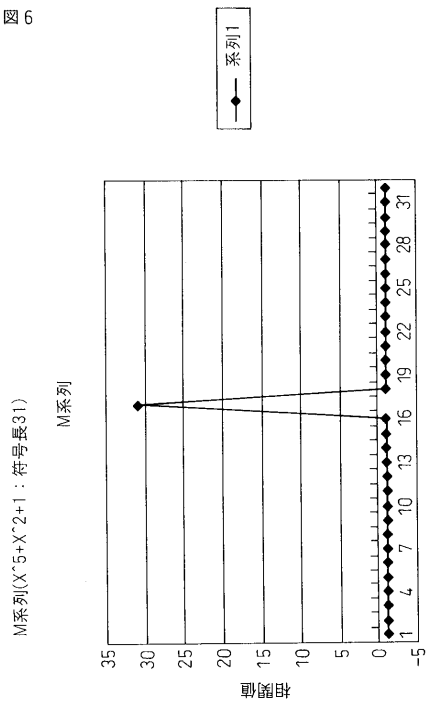




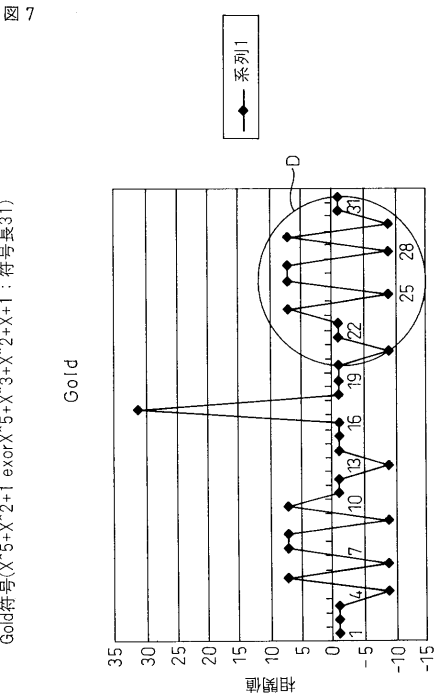
【 図 5 】



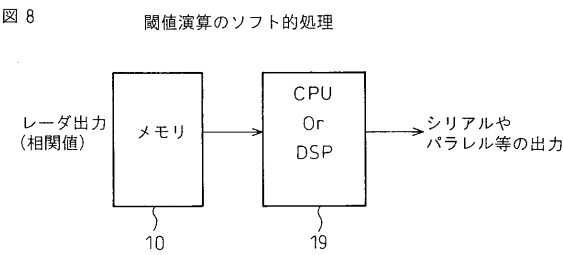
【 図 6 】



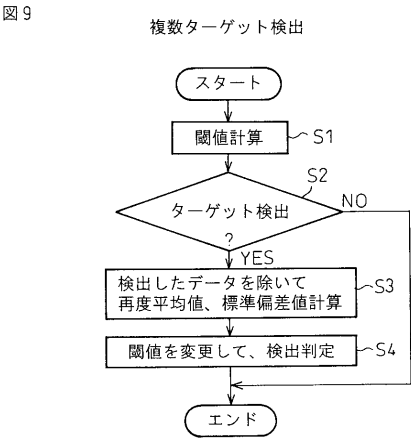
【 図 7 】



【 図 8 】

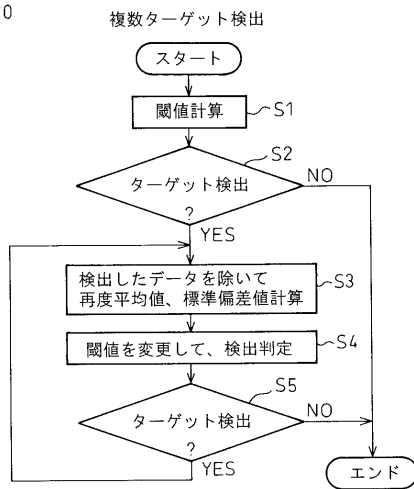


【 図 9 】



【図 1 0】

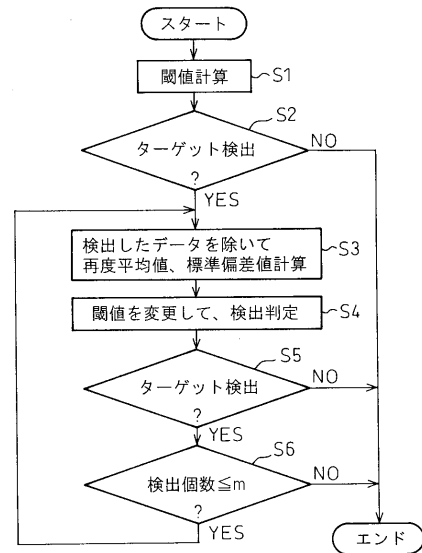
図10



【図 1 1】

図11

検出個数を限定した複数ターゲット検出



---

フロントページの続き

(74)代理人 100082898

弁理士 西山 雅也

(72)発明者 富士原 純

兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 2 8 号 富士通テン株式会社内

(72)発明者 中野 雅夫

神奈川県横浜市港北区新横浜 3 丁目 9 番 1 8 号 富士通ネットワークテクノロジーズ株式会社内

F ターム(参考) 5J070 AB10 AH04 AH14 AH19 AK22 AK32

5K022 EE02 EE14 EE21 EE31