

(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2006-78284
(P2006-78284A)

(43) 公開日 平成18年3月23日(2006.3.23)

(51) Int. Cl.
G01S 13/10 (2006.01)

F I
G O I S 13/10

テーマコード(参考)
5 J O 7 O

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2004-261479 (P2004-261479)
(22) 出願日 平成16年9月8日(2004.9.8)

(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
(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28号
(74) 代理人 100074099
弁理士 大菅 義之
(74) 代理人 100067987
弁理士 久木元 彰
(72) 発明者 森谷 正義
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パルスレーダ装置

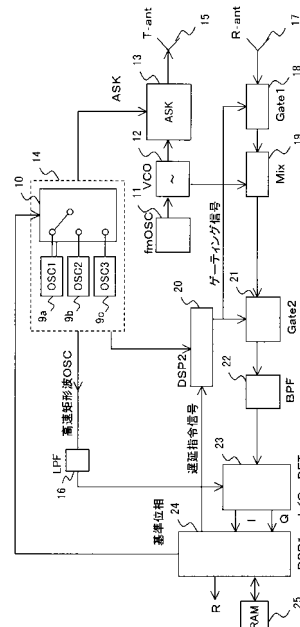
(57) 【要約】

【課題】 パルス周期によって決まる計測限界距離以上の距離からの虚像エコーを確実に除去するパルスレーダ装置を提供する。

【解決手段】 上記課題を解決するために、パルスレーダ装置に、異なる周期のパルス信号を生成するOSC9 a~9cを、OSC切替器10によって所定の間隔で切替えて、目標物に対して送信するパルス信号送信手段と、目標物からの反射信号を受信して、受信データをRAM25上を記憶する反射信号受信手段と、第1のデジタルシグナルプロセッサ24によって受信データから異なる周期のパルス信号に対する反射信号毎の反射信号データを取得する反射信号データ取得手段と、取得したそれぞれの反射信号データについて、基準となるパルス信号の送信時以後前記所定の期間における同一遅延時間の反射信号の受信強度を比較して反射信号を特定する反射信号特定手段と、を備える。

【選択図】 図1

本発明の実施例に係るパルスレーダ装置の構成を示すブロック図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 2 以上の異なる周期のパルス信号を生成するパルス信号生成手段と、
該パルス信号生成手段によって生成したパルス信号を所定の間隔で切換えて出力するパルス信号切替手段と、

該パルス信号切替手段からのパルス信号を目標物に対して送信するパルス信号送信手段と、

該目標物からの反射信号を受信して、該反射信号の受信強度と該反射信号の受信時間情報とを少なくとも含む受信データを記憶手段に記憶する反射信号受信手段と、

該反射信号受信手段によって記憶された受信データから、前記異なる周期のパルス信号に対する反射信号毎の反射信号データを取得する反射信号データ取得手段と、

該反射信号データ取得手段によって取得したそれぞれの反射信号データについて、基準となるパルス信号の送信時以後所定の期間における同一遅延時間の反射信号の受信強度を比較し、該受信強度の全てが実質的に 0 でない場合にのみ前記反射信号を前記基準となるパルス信号に対する反射信号と特定する反射信号特定手段と、

を備えることを特徴とするパルスレーダ装置。

【請求項 2】

前記反射信号受信手段は、所望の時間でのみ前記目標物からの反射信号を受信して、該所望の時間における反射信号の受信強度を少なくとも含む受信データを記憶手段に記憶し

、
前記反射信号特定手段は、前記反射信号データ取得手段によって取得したそれぞれの反射信号データについて、前記所望の時間における反射信号の受信強度を比較し、該受信強度の全てが実質的に 0 でない場合にのみ前記反射信号を前記基準となるパルス信号に対する反射信号と特定する

ことを特徴とする請求項 1 に記載のパルスレーダ装置。

【請求項 3】

前記反射信号受信手段は、前記目標物からの反射信号の信号強度と、該反射信号の遅延時間のみを前記記憶手段に記憶することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のパルスレーダ装置。

【請求項 4】

前記パルス信号生成手段は、3 つの異なる周期 T_a 、 T_b 及び T_c のパルス信号を生成し、該 3 つのパルス信号の周波数 f_a 、 f_b 及び f_c は、周波数 f_a で検出可能な限界距離の倍数 m を用いて、

$$f_b = f_a * (m + N_1) / m、$$

$$f_c = f_a * m / (m + N_2)、$$

$$N_1 < m、$$

$$N_2 < m、$$

の関係式で算出される周波数又は算出された周波数に近い値の組み合わせであることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のパルスレーダ装置。

【請求項 5】

前記反射信号特定手段は、前記受信強度の最小値が実質的に 0 でない場合にのみ前記反射信号を前記基準となるパルス信号に対する反射信号と特定することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のパルスレーダ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高周波信号を送信し、その反射波の信号から目標物までの距離を高精度に検知するパルスレーダ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

一般的に、パルスレーダ装置は、所定周波数（例えば、車載レーダの場合 76 GHz 等）に変調されたパルスを送信波として送信し、ターゲット（対象物）による反射波の遅延時間から対象物との距離を測定している。

【0003】

図6は、4つのターゲットに対して送信したパルス信号とその反射信号について示しており、説明のための(1)単一送信パルス信号及びその反射信号である(2)受信信号と、(3)繰り返し送信パルス信号及びその反射信号である(4)受信信号と、を示している。

【0004】

ここで、同図に示す受信信号A1、B1、C1、D1は、パルスレーダ装置の受信部で検出したパルス信号S1に対するターゲット（発信地点からの距離が異なるターゲットA、B、C、D）からの反射信号を受信強度で示し、同様に、受信信号A2、B2、C2、D2は、パルス信号S2に対するターゲットからの反射信号を受信強度で示している。

【0005】

同図(1)に示すように、単一送信パルス信号S1をターゲットに対して送信すると、ターゲットからの反射信号を受信し、受信信号A1、B1、C1、D1を検出する。ここで、パルス信号生成時を基準とした受信信号C1及びD1の遅延時間をそれぞれ遅延時間1、遅延時間2とする。

【0006】

一方、同図(3)に示すように、周期Tの繰り返し送信パルス信号をターゲットに対して送信した場合、受信信号D1の遅延時間2は周期Tより大きいため、パルス信号S1に対する受信信号A1～C1は、同一周期内に検出されるが、受信信号D1は、パルス信号S2に対する受信信号として検出されることとなる（以下、この場合の受信信号D1をゴースト信号という）。

【0007】

したがって、パルス信号の発生周期を、最大検出距離をLとした場合に、パルス信号の発生周期Tは、パルス信号が発信地点からターゲットに反射して戻る時間 $2L/c$ （cは光の速度）以上でなければならないという制約があった。これは、パルスの繰り返しによる距離決定の不確定性とされる。

【0008】

非特許文献1には、パルス間隔の繰り返しによる距離決定の不確定性を除去するために、遠いターゲットほど反射強度が小さいという特徴を利用してエコー除去を行なうパルスレーダ装置について開示されている。

【0009】

また、特許文献1には、長パルスの繰り返し周期の1周期中に、繰り返し周期の異なる複数の短パルスを混合した混合パルスを送信すると共に、いずれかの送信パルスタイミングを基準として繰り返し周期ごとに異なった時間位置に現れる短パルスからの目標反射受信信号を排除する方法について開示されている。

【0010】

特許文献2には、複数の異なる周波数の信号を同時に発生させ、それぞれN個の検出器で位相検波することでパルス繰り返し時間を超える目標距離の対象物を検出する方法について開示されている。

【非特許文献1】関根松夫 レーザ信号処理技術 電子情報通信学会

【特許文献1】特開昭61-133885号公報

【特許文献2】特開2000-111639号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかし、非特許文献1では、近距離用のパルスレーダ装置において、例えば、自動車と人のようなターゲットの大きさや反射強度が大きく異なる場合、特に近距離での距離計測

10

20

30

40

50

に高い精度が要求される場合においては、十分な分解能を確保するためにパルスの繰り返し周期を短くする必要があり、反射強度を分離してゴースト信号を除去することが十分にできないという問題があった。

【0012】

また、特許文献1では、長パルスと短パルスの複合パルスレーダにおけるパルス間の干渉を除去する方法が開示されているのみであり、パルス繰り返し周期を越えたエコー（ゴースト信号）の除去を目的としたものではない。

【0013】

特許文献2では、同時に複数の信号を発信するために装置構成が大きくなり、また、位相検出器によって距離を検出することが必要となる。

以上のように、距離範囲が10cm程度～10数mで高精度の距離計測が可能な極短パルスレーダ装置は、受信信号のS/N（信号対雑音比）を向上させるためにパルス繰り返し周波数を高速にすると、図6で示したように繰り返し周期間に対応する限界検出距離以上の対象物からの反射波（ゴースト信号）の分離が困難であった。さらに、パルス信号を発信する際に自己の発信信号を受信してしまう送受干渉により周期的に反射信号を検出できない場合があった。

【0014】

また、従来の気象用パルスレーダ装置のように長周期パルスを使用するとS/Nを向上させるために送信パルスの尖頭電力が巨大になり回路の実現性、コストが問題となる。

本発明は、上述した問題に鑑みてなされたものであり、その解決しようとする課題は、パルス周期によって決まる計測限界距離以上の距離からの虚像エコー（ゴースト信号）を確実に除去するパルスレーダ装置を提供することである。またパルス繰り返し周期を超えた検出を可能にするパルスレーダ装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上記課題を解決するために、本発明に係るパルスレーダ装置は、少なくとも2以上の異なる周期のパルス信号を生成するパルス信号生成手段と、該パルス信号生成手段によって生成したパルス信号を所定の間隔で切替えて出力するパルス信号切替手段と、該パルス信号切替手段からのパルス信号を目標物に対して送信するパルス信号送信手段と、該目標物からの反射信号を受信して、該反射信号の受信強度と該反射信号の受信時間情報とを少なくとも含む受信データを記憶手段に記憶する反射信号受信手段と、該反射信号受信手段によって記憶された受信データから、前記異なる周期のパルス信号に対する反射信号毎の反射信号データを取得する反射信号データ取得手段と、該反射信号データ取得手段によって取得したそれぞれの反射信号データについて、基準となるパルス信号の送信時以後所定の期間における同一遅延時間の反射信号の受信強度を比較し、該受信強度の全てが実質的に0でない場合にのみ前記反射信号を前記基準となるパルス信号に対する反射信号と特定する反射信号特定手段と、を備える。

【0016】

本発明によると、パルス信号生成手段によって生成した異なる周期のパルス信号を、パルス信号切替手段によって所定の間隔で切替えて目標物に送信し、その反射波を反射信号受信手段によって受信データとして記憶手段に記憶する。

【0017】

そして、反射信号データ取得手段によって、受信データから前記異なるパルス信号に対応する反射信号毎の反射信号データを取得し、基準となるパルス信号に対する同一遅延時間における反射信号データを比較し、反射信号データの全てに実質的に0でない受信強度が存在した場合に、前記基準となるパルス信号に対する反射信号と特定する。

【0018】

これにより、例えば、前記比較に使用した反射信号データのいずれか1つにしか受信強度が存在しない場合などは、当該受信強度を前記基準となるパルス信号に対する反射信号と特定しないので、前記基準となるパルス信号の前に目標物に送信されたパルス信号の反

10

20

30

40

50

射信号（ゴースト信号）を確実に排除することが可能となる。

【0019】

また、前記反射信号受信手段において、所望の時間でのみ前記目標物からの反射信号を受信して、該所望の時間における反射信号の受信強度を少なくとも含む受信データを記憶手段に記憶し、前記反射信号特定手段は、前記反射信号データ取得手段によって取得したそれぞれの反射信号データについて、前記所望の時間における反射信号の受信強度を比較し、該受信強度の全てが実質的に0でない場合にのみ前記反射信号を前記基準となるパルス信号に対する反射信号と特定してもよい。

【0020】

これにより、所望の時間（基準となるパルス信号からの所望の遅延時間）における前記目標物からの反射信号を受信して、前記反射信号特定手段により反射信号の特定を行なうので、所望の時間において、基準となるパルス信号からの反射信号の存在を素早く特定することが可能となる。

10

【0021】

また、所望の時間を順次ずらして（スライド）していくことによって、所望の範囲の遅延時間における基準となるパルス信号からの反射信号の存在を素早く特定することが可能となる。すなわち、所望の範囲の距離にある対象物を素早く特定することが可能となる。

【0022】

また、前記反射信号受信手段は、前記目標物からの反射信号の信号強度と、該反射信号の遅延時間のみを前記記憶手段に記憶してもよい。

20

これにより、記憶手段（例えば、RAMやEEPROMなど）の容量を小さくすることが可能となる。

【0023】

さらに、前記パルス信号生成手段は、3つの異なる周期 T_a 、 T_b 及び T_c のパルス信号を生成し、該3つのパルス信号の周波数 f_a 、 f_b 及び f_c は、周波数 f で検出可能な限界距離の倍数 m を用いて、 $f_b = f_a * (m + N_1) / m$ 、 $f_c = f_a * m / (m + N_2)$ 、 $N_1 < m$ 、 $N_2 < m$ 、の関係式で算出される周波数又は算出された周波数に近い値の組み合わせの周波数を使用してもよい。これにより、送信したパルス信号が限界距離の m 倍の距離までの目標物から反射して受信されるまでの間に、異なる周期 T_a 、 T_b 及び T_c のパルス信号が同じ遅延時間に受信されることを防止することが可能となる。

30

【0024】

さらに、前記反射信号特定手段は、前記受信強度の最小値が実質的に0でない場合にのみ前記反射信号を前記基準となるパルス信号に対する反射信号と特定してもよい。

これにより、一の反射信号データが送受干渉によって大きな受信強度を記録していても、他の反射信号データの受信強度と比較して最小値をとることによって、反射信号のみの受信強度を特定することができるので、送受干渉の影響を受けることなく反射信号特定手段によって反射信号を特定することが可能となる。また、限界処理の m 倍の距離までの目標物から反射して受信される信号の遅延時間が一致しないことから限界処理の m 倍の距離まで検出距離を延ばすことができる。

【発明の効果】

40

【0025】

以上のように、本発明によると、パルス周期によって決まる計測限界距離以上の距離からの虚像エコー（ゴースト信号）を確実に除去するパルスレーダ装置を提供することが可能となる。またパルス繰り返し周期を超えた検出を可能にするパルスレーダ装置を提供することも可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、本発明の実施形態について図1から図5に基づいて説明する。

図1は、本発明の実施例に係るパルスレーダ装置の構成を示すブロック図である。

同図に示すパルスレーダ装置では、送信部にf m O S C 1 1、送信高周波発振器（V C

50

O) 12、ASKスイッチ回路13、高速矩形波OSC14及び送信アンテナ(T - a n t) 15を有し、また受信部にはローパスフィルタ(LPF) 16、受信アンテナ(R - a n t) 17、第1のゲート(高周波ゲート、Gate1) 18、受信ミキサ(Mix) 19、第2のゲート(IF帯ゲート、Gate2) 21、第1のデジタルシグナルプロセッサ(DSP1) 24、バンドパスフィルタ(BPF) 22、I/Q検波器(I/Q - D E T) 23及び第2のデジタルシグナルプロセッサ(DSP2) 20を有し、さらに、高速矩形波OSC14は、矩形波(繰り返しパルス信号)を生成する周期の異なる3つのOSC9a~9c、及びOSC切替器10を有している。

【0027】

f_mOSC11は、送信高周波発振器12に対して周波数f_mの三角波信号を出力する。送信高周波発振器12は、電圧制御発振器で、f_mOSC11から入力される直流電圧値に基づいて周波数変調を行い、入力電圧に比例した周波数を持つ周波数変調された高周波FM波を搬送波としてASKスイッチ回路13に出力する。ASKスイッチ回路13は、送信高周波発振器12から入力される搬送波を、高速矩形波OSC14からの矩形波によってスイッチングして、ASK(A m p l i t u d e S h i f t K e y i n g)方式の変調を行なう。

10

【0028】

OSC9a~9cは、それぞれ異なる周期T_a、T_b及びT_c(それぞれ周波数f_a、f_b及びf_c)の矩形波を生成する高周波数発振器である。これらOSC9a~9cの出力は、OSC切替器10によって周期T₀(周波数をf₀とする)で切換えられる。本実施例においては、OSC切替器10による切替周期T₀は10msとなる。したがって、10ms毎にOSC9a、OSC9b、OSC9cの順に順次切換えて高速矩形波OSC14から出力されることとなる。

20

【0029】

ただし、周期T₀(周波数f₀)はこれに限定するものではなく、少なくともT_a+T_b+T_c以上の周期を持つ周波数から、第1のデジタルシグナルプロセッサ24等の演算能力等を考慮し、必要に応じて任意の周期を決定すればよい。

【0030】

本実施例においては、周波数f_a(周期T_a)で検出可能な限界距離の倍数をmとした場合に、下記の式(1)~(4)から算出される周波数、又はその周波数に近い値の組み合わせから適宜選択して周期T_a、T_b及びT_cを決めている。

30

【0031】

$$f_b = f_a * (m + N_1) / m \quad \dots (1)$$

$$f_c = f_a * m / (m + N_2) \quad \dots (2)$$

$$0 < N_1 < m \quad \dots (3)$$

$$0 < N_2 < m \quad \dots (4)$$

例えば、周波数f_aが10MHzでの検出可能な限界距離が15mであった場合に、45mまで検出距離を確保したい場合には、mは3(=検出距離/検出可能な限界距離=45/15)となり、式(3)及び式(4)からN₁及びN₂は、1又は2となる。

【0032】

したがって、この場合の周波数f_a、f_b及びf_cの組み合わせは式(1)及び(2)から下記の4通りとなる。

40

$$(f_a, f_b, f_c) = (10, 10 * 4 / 3, 10 * 3 / 4) \dots (5)$$

$$(f_a, f_b, f_c) = (10, 10 * 4 / 3, 10 * 3 / 5) \dots (6)$$

$$(f_a, f_b, f_c) = (10, 10 * 5 / 3, 10 * 3 / 4) \dots (7)$$

$$(f_a, f_b, f_c) = (10, 10 * 5 / 3, 10 * 3 / 5) \dots (8)$$

以上の式(5)~(8)から任意の組み合わせを選択して使用すればよい。例えば、式(6)から(T_a、T_b、T_c)は(100ns、80ns、170ns)となる。なお、式(1)及び(2)の計算に際しては、割り切れない場合もあるので、算出結果の近傍で都合の良い値を使用すればよい。例えば、端数や小数点以下の値は切り捨ててもよいし、

50

発振器の精度の制約等を考慮して算出結果に最も近い25の倍数の値を使用してもよい。

【0033】

以上のように、周期 T_a 、 T_b 及び T_c を決定することによって、少なくとも45mにある対象物からの反射波を受信するまでの間は、周波数の繰り返し位置が重ならないようにすることができる。

【0034】

高速矩形波OSC14は、OSC切替器10によって切替えられた(選択された)OSCからの矩形波をASKスイッチ回路13、第2のデジタルシグナルプロセッサ20、及びI/Q検波器23に分配する。また、送信アンテナ15は、ASKスイッチ回路13から出力される送信信号を外部に放射する。

10

【0035】

ローパスフィルタ16は、高速矩形波OSC14の出力信号から周波数 f_a 、 f_b 又は f_c の基本波成分のみを抽出し、I/Q検波器23に出力する。受信アンテナ17は、送信アンテナ15から放射された送信信号が対象物に反射された反射波信号を受信し、受信信号として第1のゲート18に入力する。

【0036】

第1のゲート18及び第2のゲート21は、高速動作するANDゲートで、第2のデジタルシグナルプロセッサ20からのゲーティング信号に基づいて入力信号をゲーティングし、出力する。

【0037】

受信ミキサ19は、送信高周波発振器12からのFM波によって第1のゲート18からの高周波信号を周波数変換する。第2のデジタルシグナルプロセッサ20は、第1のデジタルシグナルプロセッサ24からの遅延指令信号に基づいて高速矩形波OSC14からのパルス信号を遅延させてゲーティング信号を生成し、第1のゲート18及び第2のゲート21に出力する。

20

【0038】

バンドパスフィルタ22は、第2のゲート21の出力信号から周波数 f_a 、 f_b 又は f_c 付近の成分を抽出しI/Q検波器23に出力する。I/Q検波器23は、ローパスフィルタ16の出力信号を基準位相として、バンドパスフィルタ22からの入力信号の位相検波を行い、同相成分(Ich)及び直交成分(Qch)をそれぞれ第1のデジタルシグナルプロセッサ24に出力する。

30

【0039】

第1のデジタルシグナルプロセッサ24は、第2のデジタルシグナルプロセッサ20に遅延指令信号によってゲーティング信号の遅延時間を指示し、I/Q検波器23の出力を測定してレベルが最大になる時の受信信号の遅延時間として求め、この受信信号(反射信号)と遅延時間とを揮発性メモリであるRAM(Random Access Memory)25に記憶する。

【0040】

この時、RAM25に記憶される受信データは、周期 T_a 、 T_b 及び T_c の順に周期 T_0 で切り替わる送信信号(パルス信号)と、その送信信号(パルス信号)に対する反射信号(I/Q検波器23から送られたI、Q成分)と、反射信号の受信強度情報と、反射信号を受信した時間情報とが含まれるデータである。

40

【0041】

第1のデジタルシグナルプロセッサ24は、この受信データからそれぞれ周期 T_a 、周期 T_b 、周期 T_c のみの送信信号と、その送信信号に対する反射信号(I/Q検波器23から送られたI、Q成分)と、反射信号の受信強度情報と、反射信号を受信した時間情報とが含まれるデータを抽出して、第1の反射信号データ、第2の反射信号データ及び第3の反射信号データを生成する。

【0042】

そして、第1から第3の反射信号を比較することによって反射信号を特定し、特定した

50

反射信号の遅延時間 から目標物との距離 R を算出して出力する。

例えば、I / Q 検波器 (I / Q - D E T) 2 3 からの出力である I、Q 成分、高速矩形波 O S C 1 4 の出力に対する同一の送信パルスの繰り返し周期 T (T は、T a、T b 又は T c)、および光の速度 c を用いて、位相差、遅延時間、およびターゲットまでの距離 R は次式によって求めることができる。

【 0 0 4 3 】

$$= \tan^{-1}(Q / I) \quad \dots (9)$$

$$= \dots * T / 2 \quad \dots (10)$$

$$R = \dots * c / 2 = \dots * T * c / 4 \quad \dots (11)$$

以上に説明したように、パルス信号生成手段は O S C 9 a ~ 9 c によって実現され、パルス信号切替手段は O S C 切替器 1 0 と第 1 のデジタルシグナルプロセッサ 2 4 とによって実現され、パルス信号送信手段は、f m O S C 1 1 と送信高周波発振器 1 2 と A S K スイッチ回路 1 3 と高速矩形波 O S C 1 4 と送信アンテナ 1 5 とによって実現される。

【 0 0 4 4 】

また、反射信号受信手段はローパスフィルタ 1 6 と受信アンテナ 1 7 と第 1 のゲート 1 8 と受信ミキサ 1 9 と第 2 のデジタルシグナルプロセッサ 2 0 と第 2 のゲート 2 1 とバンドパスフィルタ 2 2 と I / Q 検波器 2 3 と第 1 のデジタルシグナルプロセッサ 2 4 と R A M 2 5 とによって実現され、受信データは R A M 2 5 に格納される。

【 0 0 4 5 】

さらに、反射信号データ取得手段、反射信号特定手段及び距離算出手段は第 1 のデジタルシグナルプロセッサ 2 4 と R A M 2 5 とによって実現され、反射信号データ取得手段は、受信データから第 1 の反射信号データと第 2 の反射信号データと第 3 の反射信号データを生成し R A M 2 5 に格納し、反射信号特定手段は、第 1 から第 3 の反射信号データを比較することによって反射信号を特定し、距離算出手段は、特定した反射信号の遅延時間から式 (9) ~ (1 1) を用いてターゲットまでの距離を算出する。図 2 A ~ 図 2 D は、本発明の実施例に係るパルスレーダ装置において、4 つのターゲットに対して送信したパルス信号の反射信号と検出信号との関係についての例を示す図である。

【 0 0 4 6 】

図 2 A は、O S C 9 a で生成された周期 T a のパルス信号をターゲットに対して送信した場合のパルス信号とその反射信号について示し、第 1 の反射信号データに対応する。図 2 B は、O S C 9 b で生成された周期 T b のパルス信号をターゲットに対して送信した場合のパルス信号とその反射信号について示し、第 2 の反射信号データに対応する。図 2 C は、O S C 9 c で生成された周期 T c のパルス信号をターゲットに対して送信した場合のパルス信号とその反射信号について示し、第 3 の反射信号データに対応する。また、図 2 D は、図 2 A ~ 図 2 C までの反射信号を比較するために基準 (検出基準) とする任意の基準パルス信号とその基準パルス信号以後における反射信号の比較により検出した検出信号とを示している。

【 0 0 4 7 】

図 2 A に示す S a 0 ~ S a 2 は、ターゲットに対して送信された O S C 9 a で生成された周期 T a のパルス信号である。また、反射信号 A a 0、B a 0、C a 0、D a 0 は、それぞれ距離の異なる 4 つのターゲットからのパルス信号 S a 0 に対する反射信号の受信強度を示している。同様に、反射信号 A a 1、B a 1、C a 1、D a 1 は、上記ターゲットからのパルス信号 S a 1 に対する反射信号の受信強度を示している。

【 0 0 4 8 】

反射信号 D a 0 は、周期 T a で検出可能な限界距離以上の距離であるためにパルス信号 S a 0 送信から 1 周期以内に検出ができていないことがわかる。したがって、このままでは、次のパルス信号 S a 1 に対する反射信号 (例えば、A a 1、B a 1、C a 1) と区別 (分離) することができない。この場合の反射信号 D a 0 を以下ではパルス信号 S a 1 に対するゴースト信号 D a 0 という。

【 0 0 4 9 】

図 2 B に示す $S b 0 \sim S b 2$ は、ターゲットに対して送信された $O S C 9 b$ で生成された周期 $T b$ のパルス信号である。また、反射信号 $A b 0$ 、 $B b 0$ 、 $C b 0$ 、 $D b 0$ は、図 2 A と同じターゲットからのパルス信号 $S b 0$ に対する反射信号の受信強度を示している。反射信号 $A b 1$ 、 $B b 1$ 、 $C b 1$ 、 $D b 1$ は、上記ターゲットからのパルス信号 $S b 1$ に対する反射信号の受信強度を示している。

【 0 0 5 0 】

反射信号 $D b 0$ は、周期 $T b$ で検出可能な限界距離以上の距離であるためにパルス信号 $S b 1$ に対するゴースト信号 $D b 0$ となっており、パルス信号 $S b 1$ に対する反射信号と区別することができない。

【 0 0 5 1 】

図 2 C に示す $S c 0 \sim S c 2$ は、ターゲットに対して送信された $O S C 9 c$ で生成された周期 $T c$ のパルス信号である。また、反射信号 $A c 0$ 、 $B c 0$ 、 $C c 0$ 、 $D c 0$ は、図 2 A と同じターゲットからのパルス信号 $S c 0$ に対する反射信号の受信強度を示している。反射信号 $A c 1$ 、 $B c 1$ 、 $C c 1$ 、 $D c 1$ は、上記ターゲットからのパルス信号 $S c 1$ に対する反射信号の受信強度を示している。

【 0 0 5 2 】

反射信号 $D c 0$ は、周期 $T c$ で検出可能な限界距離以上の距離であるためにパルス信号 $S c 1$ に対するゴースト信号 $D c 0$ となっており、パルス信号 $S c 1$ に対する反射信号と区別することができない。

【 0 0 5 3 】

図 2 D に示すパルス信号 $S d$ は、任意のパルスタイミング基準を示す。パルスタイミング基準とは、図 2 A ~ 図 2 C に示した反射信号を比較するための基準である。本実施例では、図 2 A のパルス信号 $S a 1$ 、図 2 B のパルス信号 $S b 1$ 、図 2 C のパルス信号 $S c 1$ をパルスタイミング基準とし、反射信号について比較を行なっている。

【 0 0 5 4 】

ただし、パルスタイミング基準は任意である。すなわち、本実施例ではパルス信号 $S a 1$ 、 $S b 1$ 及び $S c 1$ をパルスタイミング基準としたが、例えば、パルス信号 $S a 0$ 、 $S b 0$ 及び $S c 0$ をパルスタイミング基準としてもよく、パルス信号 $S a 0$ 、 $S b 1$ 、 $S c 0$ をパルスタイミング基準としてもよい。

【 0 0 5 5 】

同図に示す検出信号は、図 2 A のパルスタイミング基準（パルス信号 $S a 1$ 送信時）以後に検出した反射信号と、図 2 B のパルスタイミング基準（パルス信号 $S b 1$ 送信時）以後に検出した反射信号と、図 2 C のパルスタイミング基準（パルス信号 $S c 1$ 送信時）以後に検出した反射信号とを比較し、その受信強度の最小値を持つ信号をパルスタイミング基準におけるパルス信号 $S d$ に対する反射信号としたものである。

【 0 0 5 6 】

例えば、パルスタイミング基準からの遅延時間が $t 0$ では、反射信号 $A a 1$ （図 2 A）、反射信号 $A b 1$ （図 2 B）、反射信号 $A c 1$ （図 2 C）の受信強度が検出されているので、これらの受信強度を比較して最小となる反射信号を検出信号 $A d$ としている。

【 0 0 5 7 】

また、パルスタイミング基準からの遅延時間が $t 1$ の時を見ると、図 2 B に示す第 2 の反射信号データには、ゴースト信号 $D b 0$ についての受信強度が検出されているが、図 2 A に示す第 1 の反射信号データ及び図 2 C に示す第 3 の反射信号データには受信強度が検出されていない（受信強度が実質的に 0 となっている）。したがって、これらの受信強度を比較して最小値をとると受信強度は 0 となる（ゴースト信号 $D b 0$ は検出しない）。

【 0 0 5 8 】

ここで、受信強度が実質的に 0 とは、反射信号以外のノイズが受信されることによって受信強度が 0 とならない場合であっても 0 とみなすことをいう。したがって、パルスレーダ装置の反射信号受信手段の精度に応じて適宜、実質的に 0 と判断する範囲を決め、この範囲の受信強度の場合には、受信強度が 0（反射信号を受信しない）と判断すればよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

以上に説明したように、異なる周期のパルス信号の反射信号（受信強度）を比較することによって、基準となるパルス信号（パルスタイミング基準）に対する反射信号を容易に特定し、さらに、ゴースト信号を確実に排除することが可能となる。

【 0 0 6 0 】

また、パルス信号送信手段によってパルス信号を送信する際、反射信号受信手段における第1のゲート18を閉じて、自己の発するパルス信号を直接受信しないようにしているが、パルスレーダ装置内部を伝搬するなどして自己の発するパルス信号を直接受信してしまう場合がある（送受干渉）。

【 0 0 6 1 】

したがって、この送受干渉が発生するタイミングで反射信号を受信しても、本当に反射信号を受信したのか送受干渉によるものなのか（反射信号は受信していないのか）を特定することが困難であったが、異なる周期のパルス信号の反射信号（受信強度）を比較することによって、送受干渉がある場合であっても確実に反射信号の有無又は受信強度を認識することが可能となる。

【 0 0 6 2 】

また、パルスタイミング基準におけるパルス信号に対する反射信号を受信するまでの遅延時間（図2Dに示す遅延時間 t_3 ）が、繰り返し周期（例えば、 T_a 、 T_b 又は T_c ）を越えた場合であっても確実に検出することができる（例えば、図2Dに示す検出信号Dd）。

【 0 0 6 3 】

図3は、反射信号特定処理の詳細を示すフローチャートである。

図1に示したパルスレーダ装置の動作を開始すると、ステップS301において、第1のデジタルシグナルプロセッサ24が、OSC切替器10に対してOSC9aを選択するように指示を出し、パルス信号送信手段によりターゲットに対して周期 T_a のパルス信号（高速矩形波）がASK変調されて送信される。

【 0 0 6 4 】

そして、反射信号受信手段により、反射信号の受信強度を（検出する時間おくれ（遅延時間）をスライディングしながら）測定し、受信データをRAM25に記憶する。本実施例においては、20kHzでOSC切替器10の切替えを行なうので、50 μ s間受信強度を測定すると、ステップS302に処理を移行する。

【 0 0 6 5 】

処理をステップS302に移行すると、第1のデジタルシグナルプロセッサ24は、OSC切替器10に対してOSC9bを選択するように指示を出し、パルス信号送信手段によりターゲットに対して周期 T_b のパルス信号（高速矩形波）をASK変調して送信し、反射信号受信手段により、反射信号の受信強度を（検出する時間おくれをスライディングしながら）測定して受信データをRAM25に記憶する。そして、50 μ s間受信強度を測定すると、ステップS303に処理を移行する。

【 0 0 6 6 】

ステップS303も、ステップS301及びステップS302と同様に、第1のデジタルシグナルプロセッサ24が、OSC切替器10に対してOSC9cを選択するように指示を出し、パルス信号送信手段によりターゲットに対して周期 T_c のパルス信号（高速矩形波）をASK変調して送信し、50 μ sの間、反射信号受信手段により、反射信号の受信強度を（検出する時間おくれをスライディングしながら）測定して受信データをRAM25に記憶する。

【 0 0 6 7 】

ここで、反射信号の受信強度を検出する時間おくれをスライディングしながら測定するとは、第1のゲートを開閉することにより所定の時間から離散的又は連続的に反射信号の受信強度を検出することである。

【 0 0 6 8 】

10

20

30

40

50

ステップ S 3 0 1 からステップ S 3 0 3 の処理によって、各周期 T a、T b 及び T c のパルス信号に対する反射信号の受信強度の測定が完了すると、ステップ S 3 0 4 に処理を移行する。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 3 0 4 では、第 1 のデジタルシグナルプロセッサ 2 4 が、R A M 2 5 に記憶されている受信データを読み出して、第 1 の反射信号データ (図 2 A 参照)、第 2 の反射信号データ (図 2 B 参照) 及び第 3 の反射信号データ (図 2 C 参照) を生成する。

【 0 0 7 0 】

そして、各反射信号データについてパルスタイミング基準を決定し、各反射信号データのパルスタイミング基準からの遅延時間 t (初期値は 0 s) における一定区間 (以下、刻み時間という) の受信強度を比較して最小の受信強度を特定する。 10

【 0 0 7 1 】

本実施例においては、刻み時間を 0.5 ns としているので、例えば周期 T a が 100 ns の場合には、各周期を 200 の区間に分割して順次比較を行なっている。

最小の受信強度を特定すると、ステップ S 3 0 5 に処理を移行し、ステップ S 3 0 4 で特定した受信強度が実質的に 0 であるか否かの判別処理を行なう。例えば、最大受信強度を $50 \times 10^{-3} \text{ mW}$ とした場合に、ノイズ等を考慮して 0.1% 以下の受信強度は実質的に 0 と判断し、受信強度がないと判定すればよい。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 3 0 5 において、受信強度が存在しない場合には処理をステップ S 3 0 6 に移行して遅延時間 t を刻み時間 0.5 ns だけインクリメントしてステップ S 3 0 4 の処理に移行する。そして、受信強度が見つかるまでステップ S 3 0 4 ~ ステップ S 3 0 6 の処理を繰り返すこととなる。 20

【 0 0 7 3 】

ステップ S 3 0 5 において、受信強度を検出した場合には、ステップ S 3 0 7 に処理を移行し、受信強度を検出した遅延時間 t を として式 (9) ~ (11) からターゲットまでの位置 R を算出する。

【 0 0 7 4 】

遅延時間 t が 100 ns 以上である場合には、ステップ S 3 0 6 で新たに遅延時間 t を設定してからステップ S 3 0 1 に移行してステップ S 3 0 1 からステップ S 3 0 7 の処理を繰り返し、遅延時間 t が 100 ns 以下の場合には、ステップ S 3 0 6 で遅延時間 t を刻み時間 0.5 ns だけインクリメントしてからステップ S 3 0 4 に処理を移行してステップ S 3 0 4 ~ ステップ S 3 0 7 の処理を繰り返し行なう。 30

【 0 0 7 5 】

以上に説明した処理では、ステップ S 3 0 1 ~ ステップ S 3 0 3 において周期 T a、T b 及び T c のパルス信号に対する反射信号の受信強度を一定期間 (実施例では、 10 ms) 測定した後に、ステップ S 3 0 4 ~ ステップ S 3 0 6 の処理によってターゲットからの反射信号の受信強度を求めているが、第 1 のゲート 1 8 を制御して所定の遅延時間 の受信強度 (例えば、図 2 A ~ 図 2 C における遅延時間 t_0) のみを測定してターゲットからの反射信号の受信強度を求め、以後順次遅延時間 を + にスライド (インクリメント) させていく処理も考えられる。この場合の処理を図 4 に示す。 40

【 0 0 7 6 】

図 4 は、反射信号特定処理の変形例を示すフローチャートである。

図 1 に示したパルスレーダ装置の動作を開始すると、ステップ S 4 0 1 において検出する遅延時間 t を設定する (初期値は、例えば 0.5 ns とする)。

【 0 0 7 7 】

遅延時間 t が設定されると、処理をステップ S 4 0 2 移行し、第 1 のデジタルシグナルプロセッサ 2 4 が、O S C 切替器 1 0 に対して O S C 9 a を選択するように指示を出し、パルス信号送信手段によりターゲットに対して周期 T a のパルス信号 (高速矩形波) が A S K 変調されて送信される。

【0078】

そして、反射信号受信手段によりパルスタイミング基準から遅延時間 t となった時のみ第1のゲート18を開いて反射信号の受信強度を測定し、受信データをRAM25に記憶する(第1のゲート18を開いている時間は、例えば、0.5 ns程度でよい)。

【0079】

受信強度の測定が完了すると第1のデジタルシグナルプロセッサ24は、処理をステップS403に移行し、OSC切替器10に対してOSC9bを選択するように指示を出し、パルス信号送信手段によりターゲットに対して周期 T_b のパルス信号(高速矩形波)をASK変調して送信する。

【0080】

そして、反射信号受信手段によりパルスタイミング基準から遅延時間 t となった時のみ第1のゲート18を開いて反射信号の受信強度を測定し、受信データをRAM25に記憶する。

【0081】

さらに、受信強度の測定が完了すると、第1のデジタルシグナルプロセッサ24は、処理をステップS404に移行し、OSC切替器10に対してOSC9cを選択するように指示を出し、パルス信号送信手段によりターゲットに対して周期 T_c のパルス信号(高速矩形波)をASK変調して送信し、反射信号受信手段によりパルスタイミング基準から遅延時間 t となった時のみ第1のゲート18を開いて反射信号の受信強度を測定し、受信データをRAM25に記憶する。

【0082】

ここで、ステップS402~ステップS404の処理におけるパルスタイミング基準は、パルス信号送信手段から送信する任意のパルス信号から1つを特定し、特定したパルス信号を送信した時間を基準としている。

【0083】

また、本実施例においては、OSC切替器10による切替周期 T_0 を50 μ sとしている。したがって、50 μ s毎にOSC9a、OSC9b、OSC9cの順に順次切換えて高速矩形波OSC14からパルス信号が出力される。

【0084】

ステップS402からステップS404の処理によって、各周期 T_a 、 T_b 及び T_c のパルスタイミング基準から遅延時間 t における受信強度の測定が完了し、ステップS405に処理を移行する。

【0085】

ステップS405では、第1のデジタルシグナルプロセッサ24が、RAM25に記憶されている受信データを読み出して、第1の反射信号データ、第2の反射信号データ及び第3の反射信号データを生成して受信強度を比較し、最小の受信強度を特定する。

【0086】

本実施例において、第1の反射信号データは、遅延時間 t において第1のゲート18が開いている期間(例えば、0.5 ns)に測定した受信強度のデータである。したがって、図3に示した第1の反射信号データとは、測定した時間が非常に短いという点で相違する。第2の反射信号データ及び第3の反射信号データについても同様である。

【0087】

最小の受信強度を特定すると、ステップS406に処理を移行し、ステップS405で特定した受信強度が実質的に0であるか否かの判別処理を行なう。図3で説明したように、例えば、最大受信強度を50 \times 10⁻³ mWとした場合に、ノイズ等を考慮して0.1%以下の受信強度は実質的に0と判断し、受信強度がないと判定すればよい。

【0088】

ステップS406において、受信強度が存在しない場合にはステップS401に移行して遅延時間 t を0.5 nsだけインクリメントする。そして、受信強度が見つかるまでステップS401~ステップS406の処理を繰り返すこととなる。

10

20

30

40

50

【0089】

ステップS406において、受信強度を検出した場合には、ステップS407に処理を移行し、受信強度を検出した遅延時間 t を として式(9)~(11)からターゲットまでの位置 R を算出する。

【0090】

以上に説明した処理では、第1のゲート18を制御して所定の遅延時間の時のみの受信強度を測定してターゲットからの反射信号の受信強度を求めることによって、所定の遅延時間における受信強度を素早く検出することが可能となり、以後順次遅延時間を + にスライド(インクリメント)させていくことによって、所定の遅延時間の範囲における反射信号の受信強度を素早く検出することが可能となる。すなわち、特定の距離の範囲にあるターゲットを素早く検出することが可能となる。 10

【0091】

図3で説明した第1の反射信号データ、第2の反射信号データ及び第3の反射信号データは、例えば図2A~図2Cに示したように受信強度を検出するか否かにかかわらず、10msの間に測定した送信信号と、その送信信号に対する反射信号(I/Q検波器23から送られたI、Q成分)と、反射信号の受信強度情報と、反射信号を受信した時間情報のデータを連続的に取得してRAM25に記憶しているが、これらのデータは、反射信号手段によって受信強度を検出した場合にのみRAM25に記憶してもよい。

【0092】

すなわち、ステップS301~ステップS303の受信強度の測定処理において、第1のデジタルシグナルプロセッサ24に入力される受信強度をステップS305と同様の処理によって、受信強度が実質的に0であるか否かの判別処理を行ない、受信強度が存在する場合にのみ測定結果をRAM25に記憶すればよい。 20

【0093】

図5は、受信強度が存在する場合のみ測定結果を記憶した場合の第1の反射信号データ、第2の反射信号データ及び第3の反射信号データの例を示している。

同図に示す、第1の反射信号データ26と第2の反射信号データ27と第3の反射信号データ28と検出結果29は、受信強度と受信強度を検出した時の遅延時間とからなるテーブルである。

【0094】

上述のように、ステップS301~ステップS303の受信強度の測定処理によって、第1の反射信号データ26は、遅延時間6ns、20ns、・・・、98nsの8回受信強度を検出し、検出した時の遅延時間と受信強度とがRAM25に記憶される。第2の反射信号データ27及び第3の反射信号データ28も同様である。 30

【0095】

そして、第1の反射信号データ26と第2の反射信号データ27と第3の反射信号データ28の遅延時間を比較して、同一の遅延時間に受信強度を検出した場合にはその最小値を求め、例えば、検出結果29のようなテーブルをRAM25上に格納する。

【0096】

例えば、第1のデジタルシグナルプロセッサ24は、RAM25に格納されている第1の反射信号データ26の遅延時間と、第2の反射信号データ27の遅延時間を順次比較する。そして、同一の遅延時間を検出すると、検出した遅延時間が第3の反射信号データ28にも存在するか検索する。 40

【0097】

そして、第1から第3の反射信号データに共通の遅延時間を検出した場合には、各受信強度を比較して最小値を求め、検出結果29に遅延時間と受信強度の最小値を格納していく。

【0098】

例えば、図5において、第1のデジタルシグナルプロセッサ24は、第1の反射信号データ26及び第2の反射信号データ27から共通する遅延時間6nsを検出し、この遅延 50

時間 6 ns が第 3 の反射信号データ 28 にあるか検索する。同図の場合には、第 3 の反射信号データ 28 にも遅延時間 6 ns が存在するので、各受信強度を比較して最小値を求め（図 5 では、遅延時間 6 ns に対応する受信強度が全て $33 \times 10^{-3} \text{ mW}$ なので最小値も $33 \times 10^{-3} \text{ mW}$ となり）、その結果を検出結果 29 に格納する。同様にして遅延時間 24 ns 、 38 ns 、 80 ns の時の受信強度が反射波として検出され検出結果 29 に格納される。

【0099】

検出結果 29 の生成が完了すると、第 1 のデジタルシグナルプロセッサ 24 は、検出結果 29 に格納されている各遅延時間を R として式 (9) ~ (11) によりターゲットまでの距離 R を算出する。

10

【0100】

以上の処理によって、受信強度の測定結果などに必要なメモリ（実施例では、RAM 25）の容量を大幅に削減することが可能となる。

以上の説明において、異なる周期 T_a 、 T_b 及び T_c の 3 つの周期を有するパルス信号を用いて説明したが、これに限定するものではなく、2 以上の異なる周期を有するパルス信号を用いることによっても同様の効果を得ることが可能であり、その個数は、回路規模、コスト、測定精度等を考慮して適宜設定可能である。

また、例えば、図 1 の実施例において、OSC 切替器 10 が切替える周期 T_a 、 T_b 、 T_c のパルス信号の順番はどのような順番であってもよい。

【0101】

20

（付記 1）少なくとも 2 以上の異なる周期のパルス信号を生成するパルス信号生成手段と、

該パルス信号生成手段によって生成したパルス信号を所定の間隔で切換えて出力するパルス信号切替手段と、

該パルス信号切替手段からのパルス信号を目標物に対して送信するパルス信号送信手段と、

該目標物からの反射信号を受信して、該反射信号の受信強度と該反射信号の受信時間情報とを少なくとも含む受信データを記憶手段に記憶する反射信号受信手段と、

該反射信号受信手段によって記憶された受信データから、前記異なる周期のパルス信号に対する反射信号毎の反射信号データを取得する反射信号データ取得手段と、

30

該反射信号データ取得手段によって取得したそれぞれの反射信号データについて、基準となるパルス信号の送信時以後所定の期間における同一遅延時間の反射信号の受信強度を比較し、該受信強度の全てが実質的に 0 でない場合にのみ前記反射信号を前記基準となるパルス信号に対する反射信号と特定する反射信号特定手段と、

を備えることを特徴とするパルスレーダ装置。

【0102】

（付記 2）前記反射信号受信手段は、所望の時間でのみ前記目標物からの反射信号を受信して、該所望の時間における反射信号の受信強度を少なくとも含む受信データを記憶手段に記憶し、

前記反射信号特定手段は、前記反射信号データ取得手段によって取得したそれぞれの反射信号データについて、前記所望の時間における反射信号の受信強度を比較し、該受信強度の全てが実質的に 0 でない場合にのみ前記反射信号を前記基準となるパルス信号に対する反射信号と特定する

40

ことを特徴とする付記 1 に記載のパルスレーダ装置。

【0103】

（付記 3）前記反射信号受信手段は、前記目標物からの反射信号の信号強度と、該反射信号の遅延時間のみを前記記憶手段に記憶することを特徴とする付記 1 または 2 に記載のパルスレーダ装置。

【0104】

（付記 4）前記パルス信号生成手段は、3 つの異なる周期 T_a 、 T_b 及び T_c のパルス

50

信号を生成し、該3つのパルス信号の周波数 f_a 、 f_b 及び f_c は、周波数 f_a で検出可能な限界距離の倍数 m を用いて、

$$f_b = f_a * (m + N_1) / m、$$

$$f_c = f_a * m / (m + N_2)、$$

$$N_1 < m、$$

$$N_2 < m、$$

の関係式で算出される周波数又は算出された周波数に近い値の組み合わせであることを特徴とする付記1から3のいずれか一項に記載のパルスレーダ装置。

【0105】

(付記5) 前記反射信号特定手段は、前記受信強度の最小値が実質的に0でない場合にのみ前記反射信号を前記基準となるパルス信号に対する反射信号と特定することを特徴とする付記1から4のいずれか一項に記載のパルスレーダ装置。 10

【0106】

(付記6) 少なくとも2以上の異なる周期のパルス信号を生成するパルス信号生成処理と、

該パルス信号生成処理によって生成したパルス信号を所定の間隔で切換えて出力するパルス信号切替処理と、

該パルス信号切替処理からのパルス信号を目標物に対して送信するパルス信号送信処理と、

該目標物からの反射信号を受信して、該反射信号の受信強度と該反射信号の受信時間情報とを少なくとも含む受信データを記憶手段に記憶する反射信号受信処理と、 20

該反射信号受信処理によって記憶された受信データから、前記異なる周期のパルス信号に対する反射信号毎の反射信号データを取得する反射信号データ取得処理と、

該反射信号データ取得処理によって取得したそれぞれの反射信号データについて、基準となるパルス信号の送信時以後所定の期間における同一遅延時間の反射信号の受信強度を比較し、該受信強度の全てが実質的に0でない場合にのみ前記反射信号を前記基準となるパルス信号に対する反射信号と特定する反射信号特定処理と、

を備えることを特徴とするパルスレーダによる距離検出方法。

【0107】

(付記7) 前記反射信号受信処理は、所望の時間でのみ前記目標物からの反射信号を受信して、該所望の時間における反射信号の受信強度を少なくとも含む受信データを記憶手段に記憶し、 30

前記反射信号特定処理は、前記反射信号データ取得処理によって取得したそれぞれの反射信号データについて、前記所望の時間における反射信号の受信強度を比較し、該受信強度の全てが実質的に0でない場合にのみ前記反射信号を前記基準となるパルス信号に対する反射信号と特定する

ことを特徴とする付記6に記載のパルスレーダによる距離検出方法。

【0108】

(付記8) 前記反射信号受信処理は、前記目標物からの反射信号の信号強度と、該反射信号の遅延時間のみを前記記憶手段に記憶することを特徴とする付記6または7に記載のパルスレーダによる距離検出方法。 40

【0109】

(付記9) 前記パルス信号生成処理は、3つの異なる周期 T_a 、 T_b 及び T_c のパルス信号を生成し、該3つのパルス信号の周波数 f_a 、 f_b 及び f_c は、周波数 f_a で検出可能な限界距離の倍数 m を用いて、

$$f_b = f_a * (m + N_1) / m、$$

$$f_c = f_a * m / (m + N_2)、$$

$$N_1 < m、$$

$$N_2 < m、$$

の関係式で算出される周波数又は算出された周波数に近い値の組み合わせであることを特 50

徴とする付記 6 から 8 のいずれか一項に記載のパルスレーダによる距離検出方法。

【 0 1 1 0 】

(付記 1 0) 前記反射信号特定処理は、前記受信強度の最小値が実質的に 0 でない場合にのみ前記反射信号を前記基準となるパルス信号に対する反射信号と特定することを特徴とする付記 6 から 9 のいずれか一項に記載のパルスレーダによる距離検出方法。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 1 1 】

【 図 1 】 本発明の実施例に係るパルスレーダ装置の構成を示すブロック図である。

【 図 2 A 】 周期 T_a のパルス信号をターゲットに対して送信した場合のパルス信号とその反射信号について示す図である。

【 図 2 B 】 周期 T_b のパルス信号をターゲットに対して送信した場合のパルス信号とその反射信号について示す図である。

【 図 2 C 】 周期 T_c のパルス信号をターゲットに対して送信した場合のパルス信号とその反射信号について示す図である。

【 図 2 D 】 図 2 A ~ 図 2 C までの反射信号を比較するために基準とする任意の基準パルス信号とその基準パルス信号以後における反射信号の比較により検出した検出信号とを示す図である。

【 図 3 】 反射信号特定処理の詳細を示すフローチャートである。

【 図 4 】 反射信号特定処理の変形例を示すフローチャートである。

【 図 5 】 受信強度が存在する場合のみ測定結果を記憶した場合の第 1 の反射信号データ、第 2 の反射信号データ及び第 3 の反射信号データの例を示す図である。

【 図 6 】 従来のパルスレーダ装置において、4 つのターゲットに対して送信したパルス信号とその反射信号についての例を示す図である。

【 符号の説明 】

【 0 1 1 2 】

- 9 a 周期 T_a の O S C
- 9 b 周期 T_b の O S C
- 9 c 周期 T_c の O S C
- 1 0 O S C 切替器
- 1 1 f m O S C
- 1 2 送信高周波発振器
- 1 3 A S K スイッチ回路
- 1 4 高速矩形波 O S C
- 1 5 送信アンテナ
- 1 6 ローパスフィルタ
- 1 7 受信アンテナ
- 1 8 第 1 のゲート (高周波ゲート)
- 1 9 受信ミキサ
- 2 0 第 1 のデジタルシグナルプロセッサ
- 2 1 第 2 のゲート (I F 帯ゲート)
- 2 2 バンドパスフィルタ
- 2 3 I / Q 検波器
- 2 4 第 2 のデジタルシグナルプロセッサ
- 2 5 不揮発性メモリ

10

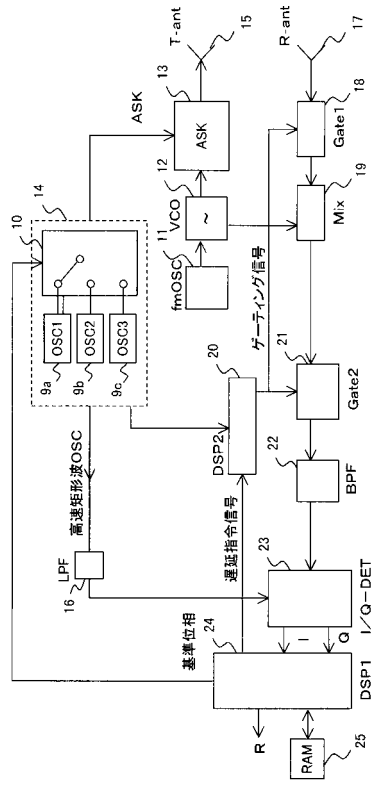
20

30

40

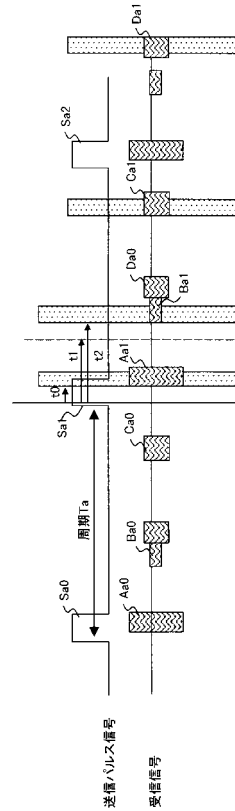
【 図 1 】

本発明の実施例に係るパルスレーダ装置の構成を示すブロック図



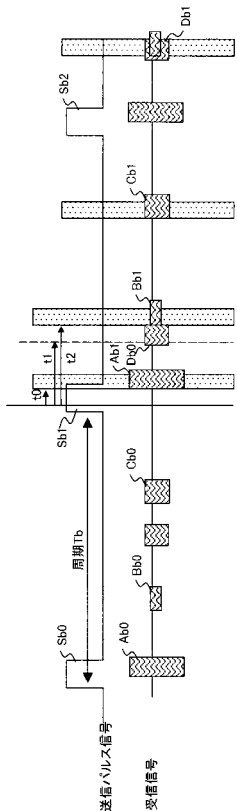
【 図 2 A 】

周期Taのパルス信号をターゲットに対して送信した場合の
パルス信号とその反射信号について示す図



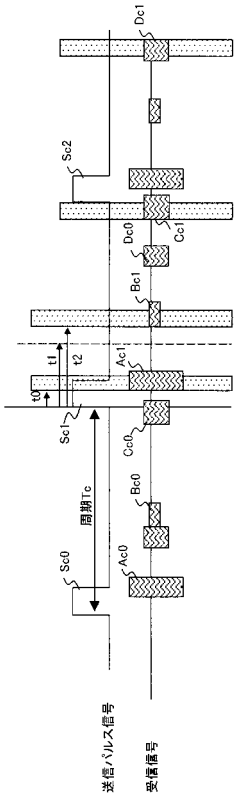
【 図 2 B 】

周期Tbのパルス信号をターゲットに対して送信した場合の
パルス信号とその反射信号について示す図



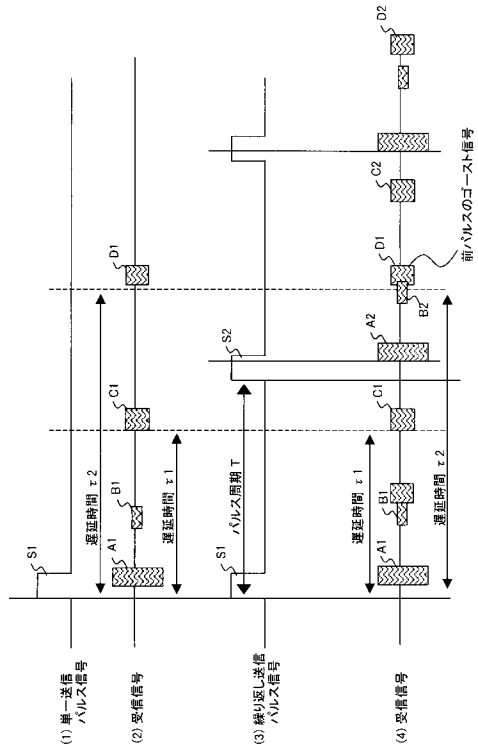
【 図 2 C 】

周期Tcのパルス信号をターゲットに対して送信した場合の
パルス信号とその反射信号について示す図



【 図 6 】

従来のパルスレーダ装置において、4つのターゲットに対して送信したパルス信号とその反射信号についての例を示す図



フロントページの続き

- (72)発明者 石井 聡
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 関 哲生
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 浜田 和亮
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 岡 謙治
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
- (72)発明者 太田 明宏
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
- Fターム(参考) 5J070 AB07 AD02 AH33 AH34 AH39 AH40 AJ13