

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 1 区分

【発行日】平成 18 年 10 月 12 日 (2006.10.12)

【公開番号】特開 2005-106470 (P2005-106470A)

【公開日】平成 17 年 4 月 21 日 (2005.4.21)

【年通号数】公開・登録公報 2005-016

【出願番号】特願 2003-335983 (P2003-335983)

【国際特許分類】

**G 0 1 S 13/26 (2006.01)**

**G 0 1 S 13/93 (2006.01)**

【F I】

G 0 1 S 13/26

G 0 1 S 13/93 Z

【手続補正書】

【提出日】平成 18 年 8 月 25 日 (2006.8.25)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

拡散符号を用いて周波数拡散した信号波を送信し、遅延させた前記拡散符号を用いて反射波を逆拡散し、前記遅延の量から距離を算出するレーダ装置であって、

前記信号波を送信する送信手段、前記反射波を受信する受信手段、前記拡散符号の遅延を行う遅延手段のうち、少なくともいずれか一つの動作をスイッチングするスイッチ制御手段と、

前記受信手段が受信した反射波から前記スイッチ手段によるスイッチ周波数を検出するスイッチ周波数検出手段と、

を備えたことを特徴とするレーダ装置。

【請求項 2】

前記送信手段および / または前記受信手段に高周波スイッチを備え、前記スイッチ制御手段は、前記高周波スイッチの切り替え制御を行うことを特徴とする請求項 1 に記載のレーダ装置。

【請求項 3】

前記送信手段および / または前記受信手段は前記信号波もしくは前記反射波を増幅する増幅手段を備え、前記スイッチ制御手段は前記増幅手段の増幅率を切替えることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のレーダ装置。

【請求項 4】

前記スイッチ制御手段は、前記送信手段内部にあって前記周波数拡散を実行する拡散処理手段および / または前記受信手段内部にあって前記逆拡散を実行する逆拡散処理手段の動作を切替えることを特徴とする請求項 1, 2 または 3 に記載のレーダ装置。

【請求項 5】

前記スイッチ制御手段は、距離算出の対象物が相対速度を有する場合に、該相対速度によって前記反射波に生じるドップラー周波数に比して高い周波数でスイッチングを行うことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一つに記載のレーダ装置。

【請求項 6】

前記反射波に対して前記逆拡散を施した検波信号を増幅し、飽和させて二値信号を出力

する飽和増幅手段をさらに備えたことを特徴とする請求項１～５のいずれか一つに記載のレーダ装置。

【請求項７】

前記飽和増幅手段は可変増幅器であり、前記遅延の量に対応した増幅率で前記検波信号を増幅することを特徴とする請求項６に記載のレーダ装置。

【請求項８】

前記スイッチ制御手段がスイッチングを停止している間に、前記反射波からドップラー周波数を検出するドップラー周波数検出手段をさらに備えたことを特徴とする請求項１～７のいずれか一つに記載のレーダ装置。

【請求項９】

前記スイッチ制御手段は、前記遅延手段による遅延の量を前記スイッチ周波数に基づいて切替えることを特徴とする請求項１～８のいずれか一つに記載のレーダ装置。

【請求項１０】

前記スイッチ制御手段は、前記遅延量に対応して前記スイッチ周波数を変化させることを特徴とする請求項９に記載のレーダ装置。

【請求項１１】

前記遅延手段は、前記遅延の量を切り替える場合に、該遅延量の大きさと該遅延量に切替える頻度とを対応させることを特徴とする請求項９または１０に記載のレーダ装置。

【請求項１２】

拡散符号を用いて周波数拡散した信号波を送信し、遅延させた前記拡散符号を用いて反射波を逆拡散し、前記遅延の量から距離を算出するレーダによる距離算出方法であって、前記信号波の送信、前記反射波の受信、前記拡散符号の遅延のうち、少なくともいずれか一つの動作をスイッチングし、

受信した反射波からスイッチ周波数を検出することを特徴とするレーダによる距離算出方法。

【手続補正２】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】レーダ装置および距離算出方法

【技術分野】

【０００１】

この発明は、拡散符号を用いて周波数拡散した信号波を送信し、遅延させた前記拡散符号を用いて反射波を逆拡散し、前記遅延の量から距離を算出するレーダ装置および距離算出方法に関し、特に簡易な構成で交流信号の出力を行うレーダ装置および距離算出方法に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

従来、物体の検知や距離の測定に各種レーダ装置が広く用いられている。例えば、特許文献１は、地中などの近距離に存在する物体の有無や距離を測定するレーダ装置を開示している。このレーダ装置では、送信アンテナの前段と受信アンテナの後段に信号経路の遮断・減衰をなすスイッチ回路を設けることで分解能を下げることなく検知深度を延ばしている。

【０００３】

また、特許文献２に開示されたレーダ装置は、単一のアンテナを送信時と受信時とで切り替えて利用することで、送受信間のノイズ成分の回り込み防止およびコスト低減を図っている。

【０００４】

さらに、特許文献 3 に開示されたレーダ装置は、送信信号の周波数変調時に生じる低周波成分をフィルタとスイッチによって除去し、送信信号の出力変動に影響されることのない高精度な復調を実現している。

【 0 0 0 5 】

また、特許文献 4 は、複数の受信側経路をスイッチによって切り替えるとともに、受信信号を信号処理する必要の無い期間にはスイッチングを抑止することで消費電力および発熱量を低減したレーダ装置を開示している。

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 2 - 2 8 6 8 5 5 号公報

【特許文献 2】特開平 1 1 - 1 4 8 9 7 2 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 1 - 2 4 2 2 4 1 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 2 - 2 2 8 7 4 5 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

これらのレーダ方式の一手法として周波数拡散（スペクトラム拡散）レーダがある。この周波数拡散レーダでは、拡散符号を用いて信号波を周波数拡散し、使用する周波数帯域を広げている。このように使用周波数帯域を広げることで帯域を共用し、有効に利用することができる。

【 0 0 0 8 】

この周波数拡散レーダで反射波を検知した場合、検知信号は直流信号（DC 信号）として得られる。しかしながら、直流信号は増幅が難しく、また後段回路に直流成分が乗ることとなり、信号とノイズの分離が困難である。

【 0 0 0 9 】

そこで、拡散符号にデータ信号を付与することで、検出信号を交流成分とする手法が交換されているが、距離分解能を得るために拡散符号が非常に高周波になるので、この従来の手法では拡散符号を発生させる機構が複雑となり、内部に容量の大きいメモリが必要となる。

【 0 0 1 0 】

さらに、この従来の手法では、ドップラー信号が検出された場合には後段のフィルタ回路の帯域を広くとらねばならず、S/N の低下をまねく。

【 0 0 1 1 】

すなわち、従来の周波数拡散レーダでは、検出信号を AC 化するために複雑な回路構成が必要となるという問題点が有った。そこで、簡易な構成で交流信号の出力を行う周波数拡散レーダ装置の実現が重要な課題となっていた。

【 0 0 1 2 】

この発明は、上述した従来技術による問題点を解消し、課題を達成するためになされたものであり、簡易な構成で交流信号の出力を行う周波数拡散レーダ装置および距離算出方法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】

【 0 0 1 3 】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、請求項 1 の発明に係るレーダ装置は、拡散符号を用いて周波数拡散した信号波を送信し、遅延させた前記拡散符号を用いて反射波を逆拡散し、前記遅延の量から距離を算出するレーダ装置であって、前記信号波を送信する送信手段、前記反射波を受信する受信手段、前記拡散符号の遅延を行う遅延手段のうち、少なくともいずれか一つの動作をスイッチングするスイッチ制御手段と、前記受信手段が受信した反射波から前記スイッチ手段によるスイッチ周波数を検出するスイッチ周波数検出手段と、を備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

この請求項 1 の発明によれば、レーダ装置は、周波数拡散方式で距離測定をおこなうと

ともに、信号波を送信する送信手段、反射波を受信する受信手段、拡散符号の遅延を行う遅延手段のうち、少なくともいずれか一つの動作をスイッチングし、反射波からスイッチ手段によるスイッチ周波数を検出する。

【0015】

また、請求項2の発明に係るレーダ装置は、請求項1の発明において、前記送信手段および/または前記受信手段に高周波スイッチを備え、前記スイッチ制御手段は、前記高周波スイッチの切り替え制御を行うことを特徴とする。

【0016】

この請求項2の発明によれば、レーダ装置は、周波数拡散方式で距離測定をおこなうとともに、送信経路もしくは受信経路を高周波スイッチによって接続・切断し、高周波スイッチによるスイッチ周波数を検出する。

【0017】

また、請求項3の発明に係るレーダ装置は、請求項1または2の発明において、前記送信手段および/または前記受信手段は前記信号波もしくは前記反射波を増幅する増幅手段を備え、前記スイッチ制御手段は前記増幅手段の増幅率を切替えることを特徴とする。

【0018】

この請求項3の発明によれば、レーダ装置は、周波数拡散方式で距離測定をおこなうとともに、送信経路もしくは受信経路に設けた増幅手段の増幅率を切り替え、増幅率の切り替えによって生じるスイッチ周波数を検出する。

【0019】

また、請求項4の発明に係るレーダ装置は、請求項1、2または3の発明において、前記スイッチ制御手段は、前記送信手段内部にあって前記周波数拡散を実行する拡散処理手段および/または前記受信手段内部にあって前記逆拡散を実行する逆拡散処理手段の動作を切替えることを特徴とする。

【0020】

この請求項4の発明によれば、レーダ装置は、周波数拡散方式で距離測定をおこなうとともに、周波数拡散を実行する拡散処理手段や逆拡散を実行する逆拡散処理手段の動作を切り替え、これによって検波信号に生じるスイッチ周波数を検出する。

【0021】

また、請求項5の発明に係るレーダ装置は、請求項1～4の発明において、前記スイッチ制御手段は、距離算出の対象物が相対速度を有する場合に、該相対速度によって前記反射波に生じるドップラー周波数に比して高い周波数でスイッチングを行うことを特徴とする。

【0022】

この請求項5の発明によれば、レーダ装置は、周波数拡散方式で距離測定をおこなうとともに、送信手段、受信手段、遅延手段をドップラー周波数に比して十分に高い周波数でスイッチングし、反射波からスイッチ手段によるスイッチ周波数を検出する。

【0023】

また、請求項6の発明に係るレーダ装置は、請求項1～5の発明において、前記反射波に対して前記逆拡散を施した検波信号を増幅し、飽和させて二値信号を出力する飽和増幅手段をさらに備えたことを特徴とする。

【0024】

この請求項6の発明によれば、レーダ装置は、送信手段、受信手段、遅延手段の動作をスイッチングし、反射波に逆拡散を行った後増幅し、飽和させて二値信号を出力する。

【0025】

また、請求項7の発明に係るレーダ装置は、請求項6の発明において、前記飽和増幅手段は可変増幅器であり、前記遅延の量に対応した増幅率で前記検波信号を増幅することを特徴とする。

【0026】

この請求項7の発明によれば、レーダ装置は、拡散符号に付加する遅延量に対応した増

幅率で検波信号を増幅する。

【 0 0 2 7 】

また、請求項 8 の発明に係るレーダ装置は、請求項 1 ～ 7 の発明において、前記スイッチ制御手段がスイッチングを停止している間に、前記反射波からドップラー周波数を検出するドップラー周波数検出手段をさらに備えたことを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

この請求項 8 の発明によれば、レーダ装置は、送信手段、受信手段、遅延手段のスイッチングを停止している間に、反射波からドップラー周波数を検出する。

【 0 0 2 9 】

また、請求項 9 の発明に係るレーダ装置は、請求項 1 ～ 8 の発明において、前記スイッチ制御手段は、前記遅延手段による遅延の量を前記スイッチ周波数に基づいて切替えることを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

この請求項 9 の発明によれば、レーダ装置は、周波数拡散方式で距離測定をおこなうとともに、遅延量をスイッチ周波数に基づいて切り替え、検波信号からスイッチ周波数を検出する。

【 0 0 3 1 】

また、請求項 1 0 の発明に係るレーダ装置は、請求項 9 の発明において、前記スイッチ制御手段は、前記遅延量に対応して前記スイッチ周波数を変化させることを特徴とする。

【 0 0 3 2 】

この請求項 1 0 の発明によれば、レーダ装置は、周波数拡散方式で距離測定をおこなうとともに、遅延量に対応したスイッチ周波数に基づいて遅延量を切り替え、検波信号からスイッチ周波数を検出する。

【 0 0 3 3 】

また、請求項 1 1 の発明に係るレーダ装置は、請求項 9 または 1 0 の発明において、前記遅延手段は、前記遅延の量を切り替える場合に、該遅延量の大きさと該遅延量に切替える頻度とを対応させることを特徴とする。

【 0 0 3 4 】

この請求項 1 1 の発明によれば、レーダ装置は、遅延量をスイッチ周波数に基づいて切り替えるとともに、該遅延量の大きさと該遅延量に切替える頻度とを対応させる。

【 0 0 3 5 】

また、請求項 1 2 の発明にかかる距離算出方法は、拡散符号を用いて周波数拡散した信号波を送信し、遅延させた前記拡散符号を用いて反射波を逆拡散し、前記遅延の量から距離を算出するレーダによる距離算出方法であって、前記信号波の送信、前記反射波の受信、前記拡散符号の遅延のうち、少なくともいずれか一つの動作をスイッチングし、受信した反射波からスイッチ周波数を検出することを特徴とする。

【 0 0 3 6 】

この請求項 1 2 の発明によれば、距離算出方法は、周波数拡散方式で距離測定をおこなうとともに、信号波を送信する送信手段、反射波を受信する受信手段、拡散符号の遅延を行う遅延手段のうち、少なくともいずれか一つの動作をスイッチングし、反射波からスイッチ手段によるスイッチ周波数を検出する。

【発明の効果】

【 0 0 3 7 】

請求項 1 および請求項 1 2 の発明によれば、レーダ装置および距離算出方法は、周波数拡散方式で距離測定をおこなうとともに、信号波を送信する送信手段、反射波を受信する受信手段、拡散符号の遅延を行う遅延手段のうち、少なくともいずれか一つの動作をスイッチングし、反射波からスイッチ手段によるスイッチ周波数を検出するので、簡易な構成で交流信号の出力を行う周波数拡散レーダ装置および距離算出方法を得ることができるという効果を奏する。

【 0 0 3 8 】

また、請求項 2 の発明によれば、レーダ装置は、周波数拡散方式で距離測定をおこなうとともに、送信経路もしくは受信経路を高周波スイッチによって接続・切断し、高周波スイッチによるスイッチ周波数を検出するので、簡易な構成で交流信号の出力を行う周波数拡散レーダ装置を得ることができるという効果を奏する。

【 0 0 3 9 】

また、請求項 3 の発明によれば、レーダ装置は、周波数拡散方式で距離測定をおこなうとともに、送信経路もしくは受信経路に設けた増幅手段の増幅率を切り替え、増幅率の切り替えによって生じるスイッチ周波数を検出するので、簡易な構成で交流信号の出力を行う周波数拡散レーダ装置を得ることができるという効果を奏する。

【 0 0 4 0 】

また、請求項 4 の発明によれば、レーダ装置は、周波数拡散方式で距離測定をおこなうとともに、周波数拡散を実行する拡散処理手段や逆拡散を実行する逆拡散処理手段の動作を切り替え、これによって検波信号に生じるスイッチ周波数を検出するので、簡易な構成で交流信号の出力を行う周波数拡散レーダ装置を得ることができるという効果を奏する。

【 0 0 4 1 】

また、請求項 5 の発明によれば、レーダ装置は、周波数拡散方式で距離測定をおこなうとともに、送信手段、受信手段、遅延手段をドップラー周波数に比して十分に高い周波数でスイッチングし、反射波からスイッチ手段によるスイッチ周波数を検出するので、ドップラー信号とスイッチング周波数とを峻別し、簡易な構成で交流信号の出力を行う周波数拡散レーダ装置を得ることができるという効果を奏する。

【 0 0 4 2 】

また、請求項 6 の発明によれば、レーダ装置は、送信手段、受信手段、遅延手段の動作をスイッチングし、反射波に逆拡散を行った後増幅し、飽和させて二値信号を出力するので、アナログデジタル変換器を用いることなく、簡易な構成でデジタル信号の出力を行う周波数拡散レーダ装置を得ることができるという効果を奏する。

【 0 0 4 3 】

また、請求項 7 の発明によれば、レーダ装置は、拡散符号に付加する遅延量に対応した増幅率で検波信号を増幅するので、簡易な構成で交流信号の出力を行う精度の高い周波数拡散レーダ装置を得ることができるという効果を奏する。

【 0 0 4 4 】

また、請求項 8 の発明によれば、レーダ装置は、送信手段、受信手段、遅延手段のスイッチングを停止している間に、反射波からドップラー周波数を検出するので、簡易な構成で相対距離と相対速度を算出し、交流信号として出力する周波数拡散レーダ装置を得ることができるという効果を奏する。

【 0 0 4 5 】

また、請求項 9 の発明によれば、レーダ装置は、周波数拡散方式で距離測定をおこなうとともに、遅延量をスイッチ周波数に基づいて切り替え、検波信号からスイッチ周波数を検出するので、簡易な構成で交流信号の出力を行う周波数拡散レーダ装置を得ることができるという効果を奏する。

【 0 0 4 6 】

また、請求項 10 の発明によれば、レーダ装置は、周波数拡散方式で距離測定をおこなうとともに、遅延量に対応したスイッチ周波数に基づいて遅延量を切り替え、検波信号からスイッチ周波数を検出するので、相対距離を簡易に算出可能な周波数拡散レーダ装置を得ることができるという効果を奏する。

【 0 0 4 7 】

また、請求項 11 の発明によれば、レーダ装置は、遅延量をスイッチ周波数に基づいて切り替えるとともに、該遅延量の大きさと該遅延量に切替える頻度とを対応させるので、検出する距離に対して優先順位を設定可能な周波数拡散レーダ装置を得ることができるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 4 8 】

以下に添付図面を参照して、この発明に係るレーダ装置および距離算出方法の好適な実施例を詳細に説明する。

## 【実施例】

## 【 0 0 4 9 】

まず、図 1 を参照し、本発明の概念について説明する。図 1 に示したレーダ装置 1 は、周波数拡散レーダ装置であり、拡散符号作成部 4 によって拡散符号を作成し、送信部 3 は拡散符号を用いて周波数拡散された送信波 S 1 をアンテナ 3 a から送信する。

## 【 0 0 5 0 】

その後、送信波 S 1 は測定対象 T 1 で反射し、反射波 S 2 としてアンテナ 2 a に受信される。なお、ここではレーダ装置 1 は車両に搭載する車載レーダ装置であり、測定対象は周辺他車両や障害物を想定している。

## 【 0 0 5 1 】

レーダ装置 1 の遅延器 5 は、拡散符号作成部 4 が作成した拡散符号に遅延を与え、逆拡散符号として受信部 2 に供給する。受信部 2 は、アンテナ 2 a が受信した反射波 S 2 に対し、逆拡散符号を用いて逆拡散を行う。

## 【 0 0 5 2 】

その結果、逆拡散符号の遅延量がレーダ装置 1 と測定対象 T 1 との距離 D 1 に対応する場合に、受信部 2 は検波信号を出力する。換言するならば、受信部 2 が検波信号を出力した際の遅延量が、レーダ装置 1 から測定対象 T 1 までの距離を示すこととなる。

## 【 0 0 5 3 】

ここで、検波信号は、通常 DC 信号として得られる。そこで、本発明にかかるレーダ装置 1 では、スイッチ制御部 1 1 が受信部 2、送信部 3、もしくは遅延器 5 を所定の周波数でスイッチング制御する。その結果、検波信号はスイッチング周波数の交流成分を有することとなり、スイッチング周波数検出器 1 2 によって検波信号におけるスイッチング周波数を検出することで、検波信号を AC 信号として取り扱うことができる。

## 【 0 0 5 4 】

つぎに、レーダ装置 1 の具体的な構成例について説明する。図 2 は、本発明にかかるレーダ装置の概要構成を示す概要構成図である。同図に示すように、レーダ装置 1 は、その内部に受信部 2、送信部 3、拡散符号作成部 4、遅延器 5、フィルタ 6、7、増幅器 7、9 およびマイコン 10 を有する。

## 【 0 0 5 5 】

また、送信部 3 は、その内部に増幅器 3 1、位相変調器 3 2、発振器 3 3 を有する。拡散符号作成部 4 は、拡散符号として PN (擬似雑音) 符号を作成し、位相変調器 3 2 に供給する。一方、発振器 3 3 は、所定の高周波信号を作成して位相変調器 3 2 に供給する。

## 【 0 0 5 6 】

位相変調器 3 2 は、発振器 3 3 が作成した高周波信号に対し、拡散符号作成部 4 から供給された拡散符号を用いて位相変調を施し送信波として増幅器 3 1 に出力する。すなわち位相変調器 3 2 は、拡散処理手段として機能する。

## 【 0 0 5 7 】

増幅器 3 1 は、位相変調器 3 2 が出力した送信波を増幅し、アンテナ 3 a を介して送信する。なお、位相変調器 3 2 の出力が十分大きければ、増幅器 3 1 を設けない構成としても良い。

## 【 0 0 5 8 】

受信部 4 は、その内部に増幅器 2 1、スイッチ 4 1、位相変調器 2 2、乗算器 2 3 を有する。増幅器 2 1 は、アンテナ 2 a が受信した反射波を増幅し、スイッチ 4 1 に出力する。なお、反射波の強度が十分に大きければ、増幅器 2 1 を設けない構成としても良い。

## 【 0 0 5 9 】

スイッチ 4 1 は、マイコン 10 内部のスイッチ制御部 1 1 から指定されたスイッチング周波数で受信経路の接続・切断を行う高周波用のスイッチである。したがって、スイッチ

４１の出力は、スイッチング周波数に対応するＡＣ成分を有して位相変調器２２に供給される。なお、スイッチ４１は必ずしも増幅器２１と位相変調器２２との間に設ける必要はなく、たとえばアンテナ２ａと増幅器２１との間に設けても良い。

【００６０】

位相変調器２２は、スイッチ４１から供給される受信信号に対し、逆拡散符号を用いて位相変調を施す。ここで、逆拡散符号は、拡散符号作成部４が出力した拡散符号に対して遅延器５が遅延を与えた符号である。

【００６１】

逆拡散符号に与えられた遅延が、送信波が反射波として受信されるまでの遅れと等しい場合、位相変調によってもとの信号波形、すなわち発振器３３によって作成された波形が取り出される。一方、反射波が存在しない場合や、逆拡散符号に与えられた遅延が、送信波が反射波として受信されるまでの遅れと異なる場合、位相変調で元の信号波形を取り出すことはできない。

【００６２】

そこで、拡散符号に任意の遅延を与えることで、その遅延に対応する距離における物体の有無を知ることができる。さらに遅延量を切替え、元の波形を取り出し可能な遅延を検索することで、対象物との距離を測定することができる。すなわち、位相変調器２２は、逆拡散処理手段として機能する。

【００６３】

なお、このレーダ装置１では、スイッチ４１によってスイッチング周波数に対応するＡＣ成分が付加されているので、位相変調器２２の出力は、発振器３３が作成した波形にスイッチング周波数が加わったものとなる。

【００６４】

位相変調器２３の出力は、乗算器２３に供給される。また、乗算器２３には発振器３３から元の信号波形が供給される。乗算器２３は、位相変調器の出力と、発振器３３との出力を乗算した後、フィルタ６およびフィルタ８にそれぞれ出力する。

【００６５】

フィルタ６は、スイッチ制御部１１によるスイッチング周波数を通過させるバンドパスフィルタである。フィルタ６は、乗算器２３からの出力をフィルタリングした後、増幅器７に出力する。増幅器７は、フィルタ６の出力を増幅してマイコン１０に供給する。

【００６６】

一方、フィルタ８は、検出すべきドップラー周波数を通過させるバンドパスフィルタである。フィルタ８は乗算器２３からの出力をフィルタリングした後、増幅器９に出力する。増幅器９は、フィルタ８の出力を増幅してマイコン１０に供給する。

【００６７】

マイコン１０は、その内部にスイッチ制御部１１、スイッチング周波数検出部１２、相対距離算出部１３、ドップラー周波数検出部１４、相対速度算出部１５を有する。

【００６８】

スイッチ制御部１１は、スイッチ４１のオン・オフのタイミングを指定するスイッチング周波数を作成し、スイッチ４１およびスイッチング周波数検出部１２に出力する。

【００６９】

ここで、スイッチング周波数は、予測されるドップラー周波数に対して十分高い周波数に設定する。これは測定対象が相対速度を有する場合に、スイッチング周波数とドップラー周波数が同一となると、検出信号の周波数成分がスイッチングに起因するものであるか、ドップラー現象によるものであるかを判別できなくなるためである。

【００７０】

スイッチング周波数検出部１２は、スイッチ制御部１１からスイッチング周波数を受信し、スイッチング周波数と同じ周波数成分を増幅器７の出力から検出し、検出結果を相対距離算出部１３に出力する。

【００７１】



相対距離算出部 13 は、スイッチング周波数検出部 12 から検出結果を取得する。また、遅延器 5 の遅延量および増幅器 7 の増幅率を制御する。より具体的には、遅延器 5 の遅延量を設定し、その結果スイッチング周波数検出部 12 が検波信号からスイッチング周波数成分を検出したならば、設定した遅延量に対応する距離に物体が存在すると判定する。

【0072】

また、相対距離算出部 13 は、増幅器 7 の増幅率を遅延量と連動して制御する。より具体的には、遅延量が小さい場合、すなわち測定対象が近距離である場合、反射波の強度が大きいので、増幅器 7 の増幅率は小さくする。一方、遅延量が大きい場合、すなわち測定対象が遠距離である場合、反射波の強度が小さくなるので、増幅器 7 の増幅率を大きくする。

【0073】

さらに、増幅器 7 の増幅率を設定する場合、増幅された信号波形が飽和するように設定する。このように信号波形を飽和させることで、検波信号を二値信号とし、デジタル系の信号処理器（ここではマイコン 10）に直接入力することが可能となる。

【0074】

したがって、増幅器 7 の増幅率は、所望の受信強度の信号が増幅器 7 の出力の最大値（飽和値）まで増幅され、かつこの最大値が後段のデジタル処理の Hi レベルとなるように設定される。このように設定することで、所定の受信強度以上の信号は、後段のデジタル処理で Hi レベルとして扱われる。

【0075】

すなわち、増幅器 7 は可変増幅器によって実現され、飽和増幅手段として機能する。その結果、アナログデジタル変換器を設けることなく検波信号をデジタル信号処理器に入力することができる。

【0076】

ところで、測定対象となる物体がレーダ装置 1 に対して相対速度を有する場合、検波信号にはドップラー現象による周波数が乗ることになる。ドップラー周波数検出部 14 は、増幅器 9 の出力からドップラー周波数を検出し、相対速度算出部 15 に出力する。相対速度算出部 15 は、このドップラー周波数の値から対象となる物体の相対速度を算出する処理を行う。

【0077】

ここで、ドップラー周波数を検出し、相対速度を算出するためには、スイッチ 41 のスイッチングに起因する周波数成分を除去する必要がある。そこで、ドップラー周波数の検出を行う場合、スイッチ制御部 11 は、スイッチ 41 を常に接続状態とし、検波信号にスイッチング周波数が乗らないようにする。

【0078】

つぎに、レーザ装置 1 の動作手順について説明する。まず、マイコン 10 内のスイッチ制御部 11 がスイッチング周波数を決定し、スイッチ 41 およびスイッチ周波数検出部 12 に出力する。また、相対距離算出部 13 が遅延量と増幅器 7 の増幅率を設定する。

【0079】

設定された遅延量に相当する距離に物体が存在し、その物体に反射した反射波の強度が所定値以上であれば、増幅器 9 からマイコン 10 にスイッチング周波数と同じ周期の信号が入力される。この信号の有無を検出することで、マイコン 10 は設定した遅延量に対応する距離に物体が存在するか否かを判定する。

【0080】

一方、対象の相対速度を測定する場合には、スイッチ制御部 11 がスイッチングを停止し、増幅器 9 からマイコン 10 に入力された信号を検出し、その周波数を計測することで、相対速度を測定することができる。

【0081】

このように、レーダ装置 1 では、スイッチ制御部 11 が設定したスイッチング周波数に基づいてスイッチ 41 を制御して受信経路の接続・切断をおこなう。その結果、検波信号

はスイッチング周波数の交流成分を有することとなり、スイッチング周波数検出器 1 2 によって検波信号におけるスイッチング周波数を検出することで、検波信号を A C 信号として取り扱うことができる。

【 0 0 8 2 】

ところで、検波信号にスイッチング周波数を付加する方法は、受信経路にスイッチを設けることに限られるものではない。以下に検波信号にスイッチング周波数を付加する構成のバリエーションを例示する。

【 0 0 8 3 】

図 3 は、反射波の増幅率を切替えることで検波信号にスイッチング周波数を付加する構成を説明する説明図である。同図に示すように、受信部 2 の増幅器 2 1 a は、スイッチ制御部 1 1 の制御を受け、スイッチング周波数に対応した周期で反射波の増幅を行う。

【 0 0 8 4 】

このように受信部 2 内における増幅器の動作を切替えることでも、図 2 に示したレーダ装置と同様に、検波信号にスイッチング周波数を付加することができる。なお、増幅器 2 1 a の動作を切替える場合、可変増幅器によって増幅率を切替えても良いし、増幅器 2 1 a の動作・非動作を切替えるようにしてもよい。

【 0 0 8 5 】

同様に、図 4 は、受信側の位相変調器の動作を切替えることで検波信号にスイッチング周波数を付加する構成を説明する説明図である。同図に示すように、受信部 2 の位相変調器 2 2 a は、スイッチ制御部 1 1 の制御を受け、スイッチング周波数に対応して動作・非動作を切替える。このように受信部 2 内における位相変調器 2 2 a の動作を切替えることでも、図 2 に示したレーダ装置と同様に、検波信号にスイッチング周波数を付加することができる。

【 0 0 8 6 】

また、図 5 は、送信経路上にスイッチを設け、スイッチ制御部 1 1 が設定したスイッチング周波数に基づいて送信経路の接続・切断をおこなう構成を説明する説明図である。同図に示すように送信部 3 の増幅器 3 1 と位相変調器 3 2 との間に、スイッチ 4 2 を設け、スイッチ 4 2 を切り替えることで送信経路の接続・切断を選択することができる。

【 0 0 8 7 】

したがって、スイッチ制御部 1 1 が設定したスイッチング周波数に基づいてこのスイッチを切替えたならば、送信波に対してスイッチング周波数が付加されることとなる。このように送信経路を切断・接続し、送信波にスイッチング周波数を付加しても図 2 に示したレーダ装置と同様に、検波信号からスイッチング周波数を検出可能となる。

【 0 0 8 8 】

なお、スイッチ 4 2 は必ずしも位相変調器 3 2 と増幅器 3 1 との間に設ける必要はなく、送信経路の接続状態を切り替え可能であれば任意の場所に設けることができる。例えば、増幅器 3 1 とアンテナ 3 a との間に設ける構成としてもよい。

【 0 0 8 9 】

また、図 6 は、送信波の増幅率を切替えることで検波信号にスイッチング周波数を付加する構成を説明する説明図である。同図に示すように、送信部 3 の増幅器 3 1 a は、スイッチ制御部 1 1 の制御を受け、スイッチング周波数に対応した周期で反射波の増幅を行う。

【 0 0 9 0 】

このように送信部 3 内における増幅器の動作を切替えることでも、図 2 に示したレーダ装置と同様に、検波信号にスイッチング周波数を付加することができる。なお、増幅器 3 1 a の動作を切替える場合、可変増幅器によって増幅率を切替えても良いし、増幅器 3 1 a の動作・非動作を切替えるようにしてもよい。

【 0 0 9 1 】

同様に、図 7 は、送信側の位相変調器の動作を切替えることで検波信号にスイッチング周波数を付加する構成を説明する説明図である。同図に示すように、送信部 3 の位相変調

器 3 2 a は、スイッチ制御部 1 1 の制御を受け、スイッチング周波数に対応して動作・非動作を切替える。このように送信部 3 内における位相変調器 3 2 a の動作を切替えることでも、図 2 に示したレーダ装置と同様に、検波信号にスイッチング周波数を付加することができる。

【 0 0 9 2 】

また、図 8 は、送信部 3 の発振器 3 3 と受信部 2 の乗算器 2 3 との間にスイッチ 4 3 を設け、高周波信号の供給状態を切替えることで検波信号にスイッチング周波数を付加する構成を説明する説明図である。同図に示すように、スイッチ 4 3 は、発振器 3 3 と乗算器 2 3 との間に設けられる。このスイッチ 4 3 は、スイッチ制御部 1 1 の制御を受け、スイッチング周波数に対応して動作する。このように高周波信号の供給状態を切替えることでも、図 2 に示したレーダ装置と同様に、検波信号にスイッチング周波数を付加することができる。

【 0 0 9 3 】

さらに、図 9 は、拡散符号に対する遅延量の切り替えによって検波信号にスイッチング周波数を付加する構成を説明する説明図である。同図に示すように、遅延器 5 a は、スイッチ制御部 1 1 の制御を受け、スイッチング周波数に基づいて遅延量を切替える。このように遅延器 5 a の動作を切替えることでも、図 2 に示したレーダ装置と同様に、検波信号にスイッチング周波数を付加することができる。

【 0 0 9 4 】

ここで、遅延量 ( ) の切り替え方法の具体例についてさらに説明する。図 1 0 は、遅延量の切り替え方法について説明する説明図である。同図では、検出しようとする距離 (ここでは 1 m) に相当する遅延量と、検出すべき物体 (ターゲット) が存在しないはずの距離 (例えば 0 m) に相当する遅延量とを交互に切替える。

【 0 0 9 5 】

検出しようとする距離に物体 (ターゲット) が存在する場合には、反射波によって検波信号の出力値が高くなり、検出すべき物体がない場合には検波信号の出力値が低くなる。そのため、遅延量、すなわち検出する距離をスイッチング周波数に基づいて切替えることで、スイッチング周波数の成分を有する検波信号が出力される。

【 0 0 9 6 】

一方、検出しようとする距離に物体が存在しない場合には、遅延量を切替えたとしても検波信号の出力値は低いままであり、スイッチング周波数の信号は得られない。そこで、遅延量を切り替え、検波信号からスイッチング周波数を検出することで、検出しようとする距離における物体 (ターゲット) の有無を知ることができる。

【 0 0 9 7 】

ところで、遅延量の切り替えをおこなうスイッチング周波数は、検出しようとする距離に対応して変化させても良い。スイッチング周波数を検出しようとする距離 (遅延量) に対応させたならば、検波信号からスイッチング周波数を検出するとともに、その周波数を取得することで簡易にターゲットまでの距離を求めることができる。

【 0 0 9 8 】

つぎに、遅延量 ( ) の切り替え方法の他の具体例について説明する。例えば、検出しようとする距離と、隣接する距離とを交互に切替えても良い。図 1 1 は、検出しようとする距離と、隣接する距離とを交互に切替える方法について説明する説明図である。

【 0 0 9 9 】

ここで、隣接する距離とは、距離検出の分解能に対応し、検出しようとする距離の隣の距離を示す。たとえば、検出しようとする距離が 5 m であり、分解能が 1 m であれば、5 m に対応する遅延量と 6 m に対応する遅延量 (もしくは 4 m に対応する遅延量) とを交互に切替える。

【 0 1 0 0 】

レーダによって距離測定を行う場合、実際の距離の前後であっても反射波の受信強度が上がる場合があり、測定誤差の要因となるが、このように隣接する距離で反射波の強度レ

ベルを比較することで、受信強度がピークとなる距離を検出することができ、測定精度を向上することができる。

【0101】

図11では、遅延時間（測定距離）と反射波の受信レベル（受信強度）との関係を示している。同図は、6 m近傍にターゲットが存在する場合に、1 mの分解能で測定を行った場合の強度分布例である。この強度分布では、5 ~ 7 mにおいて反射波の受信強度が上昇している。

【0102】

この状態で、1 mに対応する遅延量と2 mに対応する遅延量とを交互に切替えて測定すると、双方の受信強度が小さいので、検波信号にスイッチング周波数は検出されない。同様に、3 mに対応する遅延量と4 mに対応する遅延量とを交互に切替えて測定しても検波信号にスイッチング周波数は検出されない。

【0103】

しかしながら、4 mに対応する遅延量と5 mに対応する遅延量とを交互に切替えて測定した場合、5 mに対応する遅延量を使用した際の受信強度が4 mに対応する遅延量を使用した場合に比して十分大きくなるので、検波信号からスイッチング周波数が検出されることとなる。

【0104】

同様に、5 mに対応する遅延量と6 mに対応する遅延量とを交互に切替えて測定した場合、6 mに対応する遅延量を使用した際の受信強度が5 mに対応する遅延量を使用した場合に比してさらに大きいので、検波信号からスイッチング周波数が検出され、4 mと5 mとを比較した場合と同様の波形が検出される。

【0105】

さらに、6 mに対応する遅延量と7 mに対応する遅延量とを交互に切替えて測定した場合、6 mに対応する遅延量を使用した際の受信強度が7 mに対応する遅延量を使用した場合に比して十分小さくなる。そのため、検波信号からスイッチング周波数が検出されるが、その波形は4 mと5 mを比較した場合の波形や5 mと6 mとを比較した場合の波形と比べて位相が反転することとなる。

【0106】

この位相の反転は、反射強度のピークを超えたことを示している。そこで、反射強度のピーク、すなわち位相の反転が生じる遅延量を求めることでターゲットの距離を精度良く測定することができる。

【0107】

さらに、遅延量（ ）の切り替え方法の他の方法として、例えば、検出しようとする距離と、隣接する距離とを交互に切替え、検出する距離を変化させて所定範囲を掃引してもよい。図12は、所定範囲を掃引する方法について説明する説明図である。

【0108】

同図に示すように、検出すべき物体（ターゲット）が存在しないはずの距離（例えば0 m）と検出しようとする距離とを交互に切替えるとともに、検出しようとする距離を順に延ばしてゆくことで、短時間で広い範囲の物体検知を行うことができる。

【0109】

図12では、0 m、1 m、0 m、2 m、0 m、3 m、0 m、4 mと順に延ばしてゆき、その結果、1 mと3 mで検波強度の上昇を検知している。したがって、この例では、1 mと3 mにターゲットが存在することとなる。

【0110】

また、その他の遅延量の切り替え方法としては、例えば拡散符号の周波数（チップレート）を低くして大きな刻みで物体の有無を検出した後、検出された距離の近傍に対して拡散符号のチップレートを上げて高精度に距離測定をおこなってもよい。この方法では、高精度な距離測定を高速に実行することができる。

【0111】

また、所定のチップレートで複数回検出を行い、検出の確実性を上げるようにしても良いし、遅延量の大きさと、その遅延量に切替える頻度とを対応させてもよい。これは、車載用のレーダ装置などでは、自車両の近くに存在する物体の方が遠方の物体に比して自車両に対する影響が大きく、また対応もより迅速に実行する必要があるためである。

【0112】

すなわち、自車両から近い物体の検知は、遠い物体の検知に比して重要であり、かつ早期に発見する必要性があるため、小さい遅延量での検知頻度を、大きい遅延量での検知頻度に比して高くすることで、優先的に検知を行う。

【0113】

このように、検出する距離（遅延量）に対応させてその遅延量に切替える頻度を変更することで、重み付けをおこなった物体検知・距離検出を行うことができる。

【0114】

上述してきたように、本実施例では、スイッチ制御部11が受信部2、送信部3、もしくは遅延器5を所定の周波数でスイッチング制御することで検波信号にスイッチング周波数の交流成分を付加し、スイッチング周波数検出器12によって検波信号におけるスイッチング周波数を検出する。

【0115】

したがって、簡易な構成で交流信号の出力を行う周波数拡散レーダ装置を得ることができる。また、相対速度を検出する場合にはスイッチングを停止し、検波信号のドップラー周波数を検出するので、相対距離の測定に加えて相対速度の測定を行うことができる。

【0116】

さらに、検波信号を増幅して飽和させ、二値信号として出力することで、アナログデジタル変換器を設けることなく検波信号をデジタル信号処理器に入力することができ、装置の構成をさらに簡略化することができる。

【0117】

なお、本実施例では、送信側、受信側、遅延器のいずれかを切替える構成について説明したが、送信側、受信側、遅延器を組み合わせると同時に切替える構成であっても同様の効果を有することは言うまでもない。

【産業上の利用可能性】

【0118】

以上のように、本発明にかかるレーダ装置および距離算出方法は、相対距離の測定に有用であり、特に、簡易な構成でAC信号出力が必要なレーダ装置に適している。

【図面の簡単な説明】

【0119】

【図1】本発明の概念について説明する説明図である。

【図2】本発明にかかるレーダ装置の概要構成を示す概要構成図である。

【図3】反射波の増幅率を切替えることで検波信号にスイッチング周波数を付加する構成を説明する説明図である。

【図4】受信側の位相変調器の動作を切替えることで検波信号にスイッチング周波数を付加する構成を説明する説明図である。

【図5】送信経路上にスイッチを設け、送信経路の接続・切断をおこなう構成を説明する説明図である。

【図6】送信波の増幅率を切替えることで検波信号にスイッチング周波数を付加する構成を説明する説明図である。

【図7】送信側の位相変調器の動作を切替えることで検波信号にスイッチング周波数を付加する構成を説明する説明図である。

【図8】高周波信号の供給状態を切替えることで検波信号にスイッチング周波数を付加する構成を説明する説明図である。

【図9】拡散符号に対する遅延量の切り替えによって検波信号にスイッチング周波数を付加する構成を説明する説明図である。

【図 1 0】遅延量の切り替え方法について説明する説明図である。

【図 1 1】検出しようとする距離と、隣接する距離とを交互に切替える方法について説明する説明図である。

【図 1 2】所定範囲を掃引する方法について説明する説明図である。

【符号の説明】

【 0 1 2 0 】

- 1      レーダ装置
- 2      受信部
- 3      送信部
- 2 a , 3 a      アンテナ
- 4      拡散符号作成部
- 5 , 5 a      遅延器
- 6 , 8      フィルタ
- 8 , 9 , 2 1 , 2 1 a , 3 1 , 3 1 a      増幅器
- 1 0      マイコン
- 1 2      スイッチング周波数検出部
- 1 3      相対距離算出部
- 1 4      ドップラー周波数検出部
- 1 5      相対速度算出部
- 2 2 , 2 2 a , 3 2 , 3 2 a      位相変調器
- 2 3      乗算器
- 3 3      発振器
- 4 1 , 4 2 , 4 3      スイッチ
- D 1      距離
- S 1      送信波
- S 2      反射波
- T 1      測定対象