(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年8月20日(20.08.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/165952 A1

(51) 国際特許分類:
G01S 13/34 (2006.01) *G01S 13/93* (2006.01)
G01S 13/58 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/004877

(22) 国際出願日： 2019年2月12日(12.02.2019)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 橘川 雄亮 (**KITSUKAWA, Yusuke**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 福井 範行 (**FUKUI, Noriyuki**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

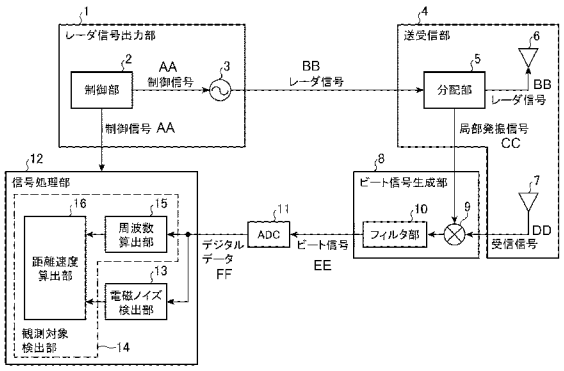
(74) 代理人:田澤 英昭, 外(**TAZAWA, Hideaki** et al.); 〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目１２番４号 赤坂山王センタービル５階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,

(54) **Title:** RADAR DEVICE, METHOD FOR DETECTING TO-BE-OBSERVED OBJECT, AND IN-VEHICLE DEVICE

(54) 発明の名称： レーダ装置、観測対象検出方法及び車載装置



1 Radar signal output unit
2 Control unit
4 Transmission/reception unit
5 Distribution unit
8 Beat signal generation unit
10 Filter unit
12 Signal processing unit
13 Electromagnetic noise detection unit
14 To-be-observed object detection unit
15 Frequency calculation unit
16 Distance/speed calculation unit
AA Control signal
BB Radar signal
CC Locally generated signal
DD Reception signal
EE Beat signal
FF Digital data

(57) **Abstract:** This radar device is configured to include: an electromagnetic noise detection unit (13) that uses digital data during a period when a radar signal is not being transmitted, from among the digital data output from an ADC (11), to detect electromagnetic noise input to the ADC (11); and a to-be-observed object detection unit (14) that uses digital data during a period when a radar signal is being transmitted, from among the digital data output from the ADC (11), and the electromagnetic noise detected by the electromagnetic noise detection unit (13) to detect an object to be observed.

(57) 要約：ＡＤＣ（１１）から出力されたデジタルデータのうち、レーダ信号が送信されていない期間中のデジタルデータを用いて、ＡＤＣ（１１）に入力された電磁ノイズを検出する電磁ノイズ検出部（１３）と、ＡＤＣ（１１）から出力されたデジタルデータのうち、レーダ信号が送信されている期間中のデジタルデータと、電磁ノイズ検出部（１３）により検出された電磁ノイズとを用いて、観測対象を検出する観測対象検出部（１４）とを備えるように、レーダ装置を構成した。

WO 2020/165952 A1

[続葉有]

DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： レーダ装置、観測対象検出方法及び車載装置

技術分野

[0001] この発明は、観測対象を検出するレーダ装置、観測対象検出方法及び車載装置に関するものである。

背景技術

[0002] 以下の特許文献１には、ＦＭＣＷ（Ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ　Ｍｏｄｕｌａｔｅｄ　Ｃｏｎｔｉｎｕｏｕｓ　Ｗａｖｅ）方式のレーダ装置が開示されている。

特許文献１に開示されているレーダ装置は、ＦＭ（Ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ　Ｍｏｄｕｌａｔｅｄ）信号を送信信号と局部信号とに分配し、送信信号を電磁波として送信して、物標に反射された電磁波を反射波として受信する。

特許文献１に開示されているレーダ装置は、反射波の受信信号と局部信号とを混合することで得られるビート信号のスペクトラムから、物標までの距離を測定する。

[0003] 特許文献１に開示されているレーダ装置は、対向車に実装されている他のレーダ装置から送信される送信信号等の外来電波を受けても、物標の誤検知を防止して、真の物標までの距離を測定できるようにするために、以下に示す処理を実施している。

特許文献１に開示されているレーダ装置は、送信信号を送信する送信モードと、送信信号を送信せずに、外来電波を受信する受信モードとの切り換えを行い、受信モード時に得られるビート信号のスペクトラムをメモリに記憶する。

特許文献１に開示されているレーダ装置は、送信モード時に得られるビート信号のスペクトラムを、メモリに記憶した受信モード時に得られるビート信号のスペクトラムに基づいて補正することで、外来電波の干渉を無くして、物標の誤検知を防止している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平０５－２４０９４７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献１に開示されているレーダ装置は、ミキサが、受信信号と局部信号とを混合することでビート信号を生成し、ＡＤ（Ａｎａｌｏｇ ｔｏ Ｄｉｇｉｔａｌ）変換器が、ミキサにより生成されたビート信号をデジタル信号に変換している。

ＡＤ変換器は、ミキサにより生成されたビート信号をデジタル信号に変換する際、例えば、ＡＤ変換器のサンプリング周波数以下の電磁ノイズが入力されることがある。電磁ノイズは、レーダ装置のいずれかの部品から発生する電磁波のほか、レーダ装置の外部から到来してくる電磁波等が考えられる。

電磁ノイズがＡＤ変換器に入力されると、ビート信号に電磁ノイズが重畳されるため、送信モード時に得られるビート信号のスペクトラムを、受信モード時に得られるビート信号のスペクトラムに基づいて補正するだけでは、物標の検知精度が劣化してしまうことがあるという課題があった。

[0006] この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、ビート信号をデジタルデータに変換する変換部に電磁ノイズが入力されても、観測対象の検出精度の劣化を抑えることができるレーダ装置、観測対象検出方法及び車載装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] この発明に係るレーダ装置は、時間の経過に伴って周波数が変化する周波数変調信号がレーダ信号として断続的に繰り返し送信され、レーダ信号が送信されている期間中、観測対象に反射されたレーダ信号が反射波として受信されると、送信されたレーダ信号の周波数と、反射波の周波数との差分の周

波数を有するビート信号を生成するビート信号生成部と、ビート信号生成部により生成されたビート信号をデジタルデータに変換し、デジタルデータを出力する変換部と、変換部から出力されたデジタルデータのうち、レーダ信号が送信されていない期間中のデジタルデータを用いて、変換部に入力された電磁ノイズを検出する電磁ノイズ検出部と、変換部から出力されたデジタルデータのうち、レーダ信号が送信されている期間中のデジタルデータと、電磁ノイズ検出部により検出された電磁ノイズとを用いて、観測対象を検出する観測対象検出部とを備えるようにしたものである。

発明の効果

[0008] この発明によれば、変換部から出力されたデジタルデータのうち、レーダ信号が送信されていない期間中のデジタルデータを用いて、変換部に入力された電磁ノイズを検出する電磁ノイズ検出部と、変換部から出力されたデジタルデータのうち、レーダ信号が送信されている期間中のデジタルデータと、電磁ノイズ検出部により検出された電磁ノイズとを用いて、観測対象を検出する観測対象検出部とを備えるように、レーダ装置を構成した。したがって、この発明に係るレーダ装置は、変換部に電磁ノイズが入力されても、観測対象の検出精度の劣化を抑えることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態１に係るレーダ装置を示す構成図である。

[図2]実施の形態１に係るレーダ装置における信号処理部１２のハードウェアを示すハードウェア構成図である。

[図3]信号処理部１２がソフトウェア又はファームウェア等によって実現される場合のコンピュータのハードウェア構成図である。

[図4]信号処理部１２の処理手順である観測対象検出方法を示すフローチャートである。

[図5]信号処理部１２の電磁ノイズ検出部１３を示す構成図である。

[図6]信号処理部１２の周波数算出部１５を示す構成図である。

[図7]図１に示すレーダ装置における観測対象の測定タイミングの一例を示す

説明図である。

[図8]周波数算出部１５におけるビート周波数及びドップラ周波数の算出処理を示すフローチャートである。

[図9]周波数算出部１５におけるビート周波数及びドップラ周波数の算出処理を示す説明図である。

[図10]電磁ノイズ検出部１３における電磁ノイズの周波数及びドップラ周波数の算出処理を示すフローチャートである。

[図11]電磁ノイズ検出部１３における電磁ノイズの周波数及びドップラ周波数の算出処理を示す説明図である。

[図12]観測対象までの距離に対応するビート周波数F_{sb_r}及び観測対象との相対速度に対応するドップラ周波数F_{sb_v}を示す説明図である。

[図13]実施の形態２に係るレーダ装置を示す構成図である。

[図14]図１３に示すレーダ装置における観測対象の測定タイミングの一例を示す説明図である。

[図15]実施の形態２に係る他のレーダ装置を示す構成図である。

[図16]実施の形態３に係るレーダ装置を示す構成図である。

[図17]信号処理部１２の電磁ノイズ検出部７１を示す構成図である。

[図18]実施の形態４に係るレーダ装置を示す構成図である。

[図19]実施の形態５に係る車載装置を示す構成図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、この発明をより詳細に説明するために、この発明を実施するための形態について、添付の図面に従って説明する。

[0011] 実施の形態１.

図１は、実施の形態１に係るレーダ装置を示す構成図である。

図２は、実施の形態１に係るレーダ装置における信号処理部１２のハードウェアを示すハードウェア構成図である。

図１に示すレーダ装置が、自動車等の車両に実装されている場合、観測対象は、他の自動車、通行人、又は、ガードレール等が該当する。

図１において、レーダ信号出力部１は、制御部２及び信号源３を備えている。

レーダ信号出力部１は、時間の経過に伴って周波数が変化する周波数変調信号をレーダ信号として断続的に繰り返し送受信部４に出力する。

制御部２は、レーダ信号の出力タイミングを示す制御信号を信号源３及び信号処理部１２のそれぞれに出力する。

信号源３は、制御部２から出力された制御信号が示す出力タイミングに従って、周波数変調信号をレーダ信号として断続的に繰り返し分配部５に出力する。

[0012] 送受信部４は、分配部５、送信アンテナ６及び受信アンテナ７を備えている。

送受信部４は、レーダ信号出力部１から出力されたレーダ信号を観測対象に向けて送信して、観測対象に反射されたレーダ信号を反射波として受信する。

送受信部４は、レーダ信号出力部１から出力されたレーダ信号及び反射波のそれぞれをビート信号生成部８に出力する。

[0013] 分配部５は、信号源３から出力されたレーダ信号を２つに分配し、分配後の一方のレーダ信号を送信アンテナ６に出力し、分配後の他方のレーダ信号を局部発振信号として周波数混合部９に出力する。

送信アンテナ６は、分配部５から出力されたレーダ信号を空間に放射する。

受信アンテナ７は、送信アンテナ６からレーダ信号が空間に放射されたのち、観測対象に反射されたレーダ信号を反射波として受信し、受信した反射波の受信信号を周波数混合部９に出力する。

[0014] ビート信号生成部８は、周波数混合部９及びフィルタ部１０を備えている。

ビート信号生成部８は、送受信部４からレーダ信号が送信されている期間中、観測対象に反射されたレーダ信号が受信アンテナ７によって反射波とし

て受信されると、送信アンテナ６から送信されたレーダ信号の周波数と、反射波の周波数との差分の周波数を有するビート信号を生成する。

ビート信号生成部８は、生成したビート信号を変換部（以下、「ＡＤＣ（Ａｎａｌｏｇ　ｔｏ　Ｄｉｇｉｔａｌ　Ｃｏｎｖｅｒｔｅｒ）」と称する）１１に出力する。

[0015] 周波数混合部９は、分配部５から局部発振信号が出力されている期間中、局部発振信号と受信アンテナ７から出力された受信信号とを混合することで、分配部５から出力された局部発振信号の周波数と、反射波の周波数との差分の周波数を有するビート信号を生成する。

周波数混合部９は、生成したビート信号をフィルタ部１０に出力する。

フィルタ部１０は、ＬＰＦ（Ｌｏｗ　Ｐａｓｓ　Ｆｉｌｔｅｒ）又はＢＰＦ（Ｂａｎｄ　Ｐａｓｓ　Ｆｉｌｔｅｒ）等によって実現される。

フィルタ部１０は、周波数混合部９から出力されたビート信号に含まれているスプリアス等の不要な成分を抑圧し、不要成分抑圧後のビート信号をＡＤＣ１１に出力する。

[0016] ＡＤＣ１１は、ビート信号生成部８により生成されたビート信号をデジタルデータに変換し、デジタルデータを電磁ノイズ検出部１３及び観測対象検出部１４のそれぞれに出力する。

信号処理部１２は、電磁ノイズ検出部１３及び観測対象検出部１４を備えている。

[0017] 電磁ノイズ検出部１３は、例えば、図２に示す電磁ノイズ検出回路２１によって実現される。

電磁ノイズ検出部１３は、制御部２から出力された制御信号を参照して、送受信部４からレーダ信号が送信されていない期間として、レーダ信号出力部１からレーダ信号が出力されていない期間を特定する。

電磁ノイズ検出部１３は、ＡＤＣ１１から出力されたデジタルデータのうち、特定した期間中のデジタルデータを用いて、ＡＤＣ１１に入力された電磁ノイズを検出する。

具体的には、電磁ノイズ検出部１３は、特定した期間中のデジタルデータを用いて、ＡＤＣ１１に入力された電磁ノイズの周波数及び電磁ノイズの発生源との相対速度に対応するドップラ周波数のそれぞれを算出する。

電磁ノイズ検出部１３は、電磁ノイズの周波数及びドップラ周波数のそれぞれを距離速度算出部１６に出力する。

[0018] 観測対象検出部１４は、周波数算出部１５及び距離速度算出部１６を備えている。

観測対象検出部１４は、制御部２から出力された制御信号を参照して、送受信部４からレーダ信号が送信されている期間として、レーダ信号出力部１からレーダ信号が出力されている期間を特定する。

観測対象検出部１４は、ＡＤＣ１１から出力されたデジタルデータのうち、特定した期間中のデジタルデータと、電磁ノイズ検出部１３により検出された電磁ノイズとを用いて、観測対象を検出する。

[0019] 周波数算出部１５は、例えば、図２に示す周波数算出回路２２によって実現される。

周波数算出部１５は、制御部２から出力された制御信号を参照して、レーダ信号出力部１からレーダ信号が出力されている期間を特定する。

周波数算出部１５は、ＡＤＣ１１から出力されたデジタルデータのうち、特定した期間中のデジタルデータを用いて、観測対象までの距離に対応するビート周波数及び観測対象との相対速度に対応するドップラ周波数のそれぞれを算出する。

周波数算出部１５は、観測対象までの距離に対応するビート周波数及び観測対象との相対速度に対応するドップラ周波数のそれぞれを距離速度算出部１６に出力する。

[0020] 距離速度算出部１６は、例えば、図２に示す距離速度算出回路２３によって実現される。

距離速度算出部１６は、電磁ノイズ検出部１３により算出された電磁ノイズの周波数及びドップラ周波数と、周波数算出部１５により算出されたビー

ト周波数及びドップラ周波数とを用いて、観測対象までの距離及び観測対象との相対速度のそれぞれを算出する。

[0021] 図１では、信号処理部１２の構成要素である電磁ノイズ検出部１３、周波数算出部１５及び距離速度算出部１６のそれぞれが、図２に示すような専用のハードウェアによって実現されるものを想定している。即ち、信号処理部１２が、電磁ノイズ検出回路２１、周波数算出回路２２及び距離速度算出回路２３によって実現されるものを想定している。

ここで、電磁ノイズ検出回路２１、周波数算出回路２２及び距離速度算出回路２３のそれぞれは、例えば、単一回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ＡＳＩＣ（Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎ Ｓｐｅｃｉｆｉｃ Ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ Ｃｉｒｃｕｉｔ）、ＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ－Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｇａｔｅ Ａｒｒａｙ）、又は、これらを組み合わせたものが該当する。

[0022] 信号処理部１２の構成要素は、専用のハードウェアによって実現されるものに限るものではなく、信号処理部１２がソフトウェア、ファームウェア、又は、ソフトウェアとファームウェアとの組み合わせによって実現されるものであってもよい。

ソフトウェア又はファームウェアは、プログラムとして、コンピュータのメモリに格納される。コンピュータは、プログラムを実行するハードウェアを意味し、例えば、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、プロセッサ、あるいは、ＤＳＰ（Ｄｉｇｉｔａｌ Ｓｉｇｎａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｏｒ）が該当する。

図３は、信号処理部１２がソフトウェア又はファームウェア等によって実現される場合のコンピュータのハードウェア構成図である。

[0023] 信号処理部１２がソフトウェア又はファームウェア等によって実現される場合、電磁ノイズ検出部１３、周波数算出部１５及び距離速度算出部１６の処理手順をコンピュータに実行させるためのプログラムがメモリ３１に格納

される。そして、コンピュータのプロセッサ３２がメモリ３１に格納されているプログラムを実行する。

図４は、信号処理部１２の処理手順である観測対象検出方法を示すフローチャートである。

また、図２では、信号処理部１２の構成要素のそれぞれが専用のハードウェアによって実現される例を示し、図３では、信号処理部１２がソフトウェア又はファームウェア等によって実現される例を示している。しかし、これは一例に過ぎず、信号処理部１２における一部の構成要素が専用のハードウェアによって実現され、残りの構成要素がソフトウェア又はファームウェア等によって実現されるものであってもよい。

[0024] 図５は、信号処理部１２の電磁ノイズ検出部１３を示す構成図である。

図５において、スペクトル算出部４１は、制御部２から出力された制御信号を参照して、レーダ信号出力部１からレーダ信号が出力されていない期間を特定する。

スペクトル算出部４１は、ＡＤＣ１１から出力されたデジタルデータのうち、特定した期間中のデジタルデータを距離方向にフーリエ変換することで、電磁ノイズに係る第１の周波数スペクトルを算出する。

スペクトル算出部４１は、ＡＤＣ１１から、特定した期間中のデジタルデータが繰り返し出力されるため、繰り返し出力された複数のデジタルデータのそれぞれを距離方向にフーリエ変換することで、電磁ノイズに係る複数の第１の周波数スペクトルを算出する。

スペクトル算出部４１は、算出した電磁ノイズに係る複数の第１の周波数スペクトルをスペクトル算出部４２に出力する。

[0025] スペクトル算出部４２は、スペクトル算出部４１から出力された複数の第１の周波数スペクトルを取得する。

スペクトル算出部４２は、取得した複数の第１の周波数スペクトルを相対速度方向にフーリエ変換することで、電磁ノイズに係る第２の周波数スペクトルを算出する。

スペクトル算出部４２は、電磁ノイズに係る第２の周波数スペクトルを周波数出力部４３に出力する。

[0026] 周波数出力部４３は、スペクトル算出部４２から出力された第２の周波数スペクトルにおけるスペクトル値のピーク値を検出する。

周波数出力部４３は、検出したピーク値のビート周波数を、電磁ノイズの周波数として距離速度算出部１６に出力する。

周波数出力部４３は、検出したピーク値のドップラ周波数を、電磁ノイズの発生源との相対速度に対応するドップラ周波数として距離速度算出部１６に出力する。

[0027] 図６は、信号処理部１２の周波数算出部１５を示す構成図である。

図６において、スペクトル算出部５１は、制御部２から出力された制御信号を参照して、レーダ信号出力部１からレーダ信号が出力されている期間を特定する。

スペクトル算出部５１は、ＡＤＣ１１から出力されたデジタルデータのうち、特定した期間中のデジタルデータを距離方向にフーリエ変換することで、観測対象に係る第１の周波数スペクトルを算出する。

スペクトル算出部５１は、ＡＤＣ１１から、特定した期間中のデジタルデータが繰り返し出力されるため、繰り返し出力された複数のデジタルデータのそれぞれを距離方向にフーリエ変換することで、観測対象に係る複数の第１の周波数スペクトルを算出する。

スペクトル算出部５１は、算出した観測対象に係る複数の第１の周波数スペクトルをスペクトル算出部５２に出力する。

[0028] スペクトル算出部５２は、スペクトル算出部５１から出力された複数の第１の周波数スペクトルを取得する。

スペクトル算出部５２は、取得した複数の第１の周波数スペクトルを相対速度方向にフーリエ変換することで、観測対象に係る第２の周波数スペクトルを算出する。

スペクトル算出部５２は、観測対象に係る第２の周波数スペクトルを周波

数出力部５３に出力する。

[0029] 周波数出力部５３は、スペクトル算出部５２から出力された第２の周波数スペクトルにおけるスペクトル値のピーク値を検出する。

周波数出力部５３は、検出したピーク値のビート周波数を、観測対象までの距離に対応するビート周波数として距離速度算出部１６に出力する。

周波数出力部５３は、検出したピーク値のドップラ周波数を、観測対象との相対速度に対応するドップラ周波数として距離速度算出部１６に出力する。

[0030] 次に、図１に示すレーダ装置の動作について説明する。

図７は、図１に示すレーダ装置における観測対象の測定タイミングの一例を示す説明図である。

制御部２は、図７に示すように、レーダ信号の出力タイミングを示す制御信号を信号源３及び信号処理部１２のそれぞれに出力する。

制御信号がＯＮである期間は、レーダ信号を出力する期間であり、制御信号がＯＦＦである期間は、レーダ信号を出力しない期間である。

図１に示すレーダ装置では、制御信号が、ＯＮになる期間がＫ回である。また、制御信号が、ＯＮになってからＯＦＦになる期間がＫ回である。

[0031] 信号源３は、図７に示すように、制御部２から出力された制御信号がＯＮである期間中、周波数変調信号をレーダ信号として分配部５に出力する。

信号源３は、図７に示すように、制御部２から出力された制御信号がＯＦＦである期間中、レーダ信号を分配部５に出力しない。

[0032] 分配部５は、信号源３から出力されたレーダ信号を２つに分配する。

分配部５は、分配後の一方のレーダ信号を送信アンテナ６に出力し、分配後の他方のレーダ信号を局部発振信号として周波数混合部９に出力する。

送信アンテナ６は、分配部５からレーダ信号を受けると、レーダ信号を空間に放射する。

受信アンテナ７は、送信アンテナ６からレーダ信号が空間に放射されたのち、観測対象に反射されたレーダ信号を反射波として受信し、受信した反射

波の受信信号を周波数混合部９に出力する。

[0033] 周波数混合部９は、分配部５から局部発振信号が出力されているときは、局部発振信号と受信アンテナ７から出力された受信信号とを混合することで、分配部５から出力されたレーダ信号の周波数と、反射波の周波数との差分の周波数を有するビート信号を生成する。

周波数混合部９は、生成したビート信号をフィルタ部１０に出力する。

周波数混合部９は、分配部５から局部発振信号が出力されていないときは、ビート信号の生成を行わず、ビート信号をフィルタ部１０に出力しない。

フィルタ部１０は、周波数混合部９からビート信号を受けると、ビート信号に含まれているスプリアス等の不要な成分を抑圧し、不要成分抑圧後のビート信号をＡＤＣ１１に出力する。

[0034] ＡＤＣ１１は、フィルタ部１０からビート信号を受けると、ビート信号をデジタルデータに変換し、デジタルデータを電磁ノイズ検出部１３及び周波数算出部１５のそれぞれに出力する。

例えば、ＡＤＣ１１のサンプリング周波数帯以下の電磁ノイズがＡＤＣ１１に入力されて、電磁ノイズがビート信号と重畳されてしまうことがある。電磁ノイズは、レーダ装置のいずれかの部品から発生する電磁波のほか、レーダ装置の外部から到来してくる電磁波等が考えられる。

ＡＤＣ１１は、フィルタ部１０からビート信号を受けていないときは、入力された電磁ノイズをデジタルデータに変換し、デジタルデータを電磁ノイズ検出部１３及び周波数算出部１５のそれぞれに出力する。

[0035] 周波数算出部１５は、制御部２から出力された制御信号を参照して、レーダ信号出力部１からレーダ信号が出力されている期間を特定する。図７では、レーダ信号がＯＮの期間が、レーダ信号出力部１からレーダ信号が出力されている期間である。

周波数算出部１５は、ＡＤＣ１１から出力されたデジタルデータのうち、特定した期間中のデジタルデータを用いて、観測対象までの距離に対応するビート周波数及び観測対象との相対速度に対応するドップラ周波数のそれぞ

れを算出する（図４のステップＳＴ１）。

周波数算出部１５は、観測対象までの距離に対応するビート周波数及び観測対象との相対速度に対応するドップラ周波数のそれぞれを距離速度算出部１６に出力する。

[0036] 以下、周波数算出部１５におけるビート周波数及びドップラ周波数の算出処理を具体的に説明する。

図８は、周波数算出部１５におけるビート周波数及びドップラ周波数の算出処理を示すフローチャートである。

図９は、周波数算出部１５におけるビート周波数及びドップラ周波数の算出処理を示す説明図である。

[0037] 図９において、Ｌｏ（１），・・・，Ｌｏ（Ｋ）は、分配部５から周波数混合部９に出力された局部発振信号である。Ｒｘ（１），・・・，Ｒｘ（Ｋ）は、受信アンテナ７から周波数混合部９に出力された受信信号である。Ｋは、２以上の整数である。

図９の例では、周波数が一定の連続波の電磁ノイズがＡＤＣ１１に入力されている。

信号取得タイミング（１）は、スペクトル算出部５１がＡＤＣ１１から出力されたデジタルデータを取得するタイミングを示している。信号取得タイミング（１）は、レーダ信号出力部１からレーダ信号が出力されている期間に含まれており、信号取得タイミング（１）の長さは、局部発振信号の１周期と概ね同じ長さである。

Ｔは、局部発振信号Ｌｏ（ｋ）（ｋ＝１，・・・，Ｋ）の掃引時間であり、ｕｓオーダの時間である。ＢＷは、局部発振信号Ｌｏ（ｋ）の周波数帯域幅である。

図９では、説明の簡単化のために、観測対象が１つである例を示している。しかし、これは一例に過ぎず、２つ以上の観測対象が存在していてもよい。図９では、説明の簡単化のために、電磁ノイズが１つである例を示している。しかし、これは一例に過ぎず、２つ以上の電磁ノイズがＡＤＣ１１に入

力されていてもよい。

[0038] スペクトル算出部５１は、制御部２から出力された制御信号を参照して、レーダ信号出力部１からレーダ信号が出力されている期間を特定する。

スペクトル算出部５１は、特定した期間に含まれている信号取得タイミング（１）において、ＡＤＣ１１から出力されたデジタルデータを取得する。

スペクトル算出部５１は、信号取得タイミング（１）の間のデジタルデータを距離方向にフーリエ変換することで、観測対象に係る第１の周波数スペクトルを算出する（図８のステップＳＴ１１）。

[0039] 図９において、ＦＦＴ（１）は、距離方向のフーリエ変換を示している。デジタルデータが距離方向にフーリエ変換されることで、反射波の受信信号Ｒｘ（ｋ）（ｋ＝１，・・・，Ｋ）のスペクトル値が、以下の式（１）に示すビート周波数F_{sb_r}に積算される。

$$F_{sb_r} = \frac{2BW \cdot R}{c \cdot T} \qquad (1)$$

式（１）において、Ｒは、図１に示すレーダ装置から観測対象までの距離、ｃは、光速である。

スペクトル算出部５１によって、デジタルデータが距離方向にフーリエ変換されることで、電磁ノイズのスペクトル値は、電磁ノイズの周波数F_{n_r}に積算される。

[0040] 図９の例では、制御部２から出力されている制御信号のＯＮ期間がＫ回であるため、スペクトル算出部５１は、互いに異なるＫ個のデジタルデータのそれぞれを距離方向にフーリエ変換して、Ｋ個の第１の周波数スペクトルを算出している。

スペクトル算出部５１は、算出したＫ個の第１の周波数スペクトルをスペクトル算出部５２に出力する。

[0041] スペクトル算出部５２は、スペクトル算出部５１から出力されたＫ個の第１の周波数スペクトルを取得する。

スペクトル算出部５２は、取得したＫ個の第１の周波数スペクトルを相対

速度方向にフーリエ変換することで、観測対象に係る第２の周波数スペクトルを算出する（図８のステップＳＴ１２）。

[0042] 図９において、ＦＦＴ（２）は、相対速度方向のフーリエ変換を示している。スペクトル算出部５２によって、Ｋ個の第１の周波数スペクトルが相対速度方向にフーリエ変換されることで、反射波の受信信号Ｒｘ（ｋ）のスペクトル値が、以下の式（２）に示すドップラ周波数F_{sb_v}に積算される。

$$F_{sb_v} = \frac{2f \cdot v}{c} \qquad (2)$$

式（２）において、ｆは、局部発振信号Ｌｏ（ｋ）の中心周波数、ｖは、図１に示すレーダ装置と観測対象との相対速度である。

また、図１に示すレーダ装置と電磁ノイズの発生源との相対速度に対応するドップラ周波数F_{n_v}には、電磁ノイズのスペクトル値が積算される。図９の例では、電磁ノイズの発生源との相対速度が０であるため、電磁ノイズのスペクトル値が、０の相対速度に対応するドップラ周波数F_{n_v}に積算されている。ただし、これは一例に過ぎず、電磁ノイズのスペクトル値が、電磁ノイズの発生源との相対速度が０以外の相対速度に対応するドップラ周波数に積算されることがある。また、図９の例では、連続波の電磁ノイズがＡＤＣ１１に入力されており、電磁ノイズの周波数が変化していないため、電磁ノイズのスペクトル値が、電磁ノイズの周波数F_{n_r}に積算されている。

スペクトル算出部５２は、観測対象に係る第２の周波数スペクトルを周波数出力部５３に出力する。

[0043] 周波数出力部５３は、スペクトル算出部５２から第２の周波数スペクトルを受けると、第２の周波数スペクトルにおけるスペクトル値のピーク値を検出する。

スペクトル値のピーク値を検出する処理自体は、公知の技術であるため詳細な説明を省略する。

周波数出力部５３は、検出したピーク値のビート周波数を、観測対象までの距離に対応するビート周波数F_{sb_r}として距離速度算出部１６に出力する

（図８のステップＳＴ１３）。

周波数出力部５３は、検出したピーク値のドップラ周波数を、観測対象との相対速度に対応するドップラ周波数F_{sb_v}として距離速度算出部１６に出力する（図８のステップＳＴ１３）。

周波数出力部５３は、電磁ノイズのスペクトル値もピーク値として検出してしまうため、電磁ノイズの周波数F_{n_r}についても、観測対象までの距離に対応するビート周波数F_{sb_r}として距離速度算出部１６に出力する。また、周波数出力部５３は、電磁ノイズの発生源との相対速度に対応するドップラ周波数F_{n_v}についても、観測対象との相対速度に対応するドップラ周波数F_{sb_v}として距離速度算出部１６に出力する。

[0044] 電磁ノイズ検出部１３は、制御部２から出力された制御信号を参照して、送受信部４からレーダ信号が送信されていない期間として、レーダ信号出力部１からレーダ信号が出力されていない期間を特定する。図７では、レーダ信号がＯＦＦの期間が、レーダ信号出力部１からレーダ信号が出力されていない期間である。

電磁ノイズ検出部１３は、ＡＤＣ１１から出力されたデジタルデータのうち、特定した期間中のデジタルデータを用いて、ＡＤＣ１１に入力された電磁ノイズの周波数F_{n_r}及び電磁ノイズの発生源との相対速度に対応するドップラ周波数F_{n_v}のそれぞれを算出する（図４のステップＳＴ２）。

電磁ノイズ検出部１３は、算出した電磁ノイズの周波数F_{n_r}及びドップラ周波数F_{n_v}のそれぞれを距離速度算出部１６に出力する。

[0045] 以下、電磁ノイズ検出部１３における電磁ノイズの周波数F_{n_r}及びドップラ周波数F_{n_v}の算出処理を具体的に説明する。

図１０は、電磁ノイズ検出部１３における電磁ノイズの周波数F_{n_r}及びドップラ周波数F_{n_v}の算出処理を示すフローチャートである。

図１１、電磁ノイズ検出部１３における電磁ノイズの周波数F_{n_r}及びドップラ周波数F_{n_v}の算出処理を示す説明図である。

図１１において、Ｌｏ（１），・・・，Ｌｏ（Ｋ）は、分配部５から周波

数混合部９に出力された局部発振信号である。Ｒｘ（１），・・・，Ｒｘ（Ｋ）は、受信アンテナ７から周波数混合部９に出力された受信信号である。

図１１の例では、周波数が一定の連続波の電磁ノイズがＡＤＣ１１に入力されている。

信号取得タイミング（２）は、スペクトル算出部４１がＡＤＣ１１から出力されたデジタルデータを取得するタイミングを示している。信号取得タイミング（２）は、レーダ信号出力部１からレーダ信号が出力されていない期間に含まれており、信号取得タイミング（２）の長さは、局部発振信号の１周期と概ね同じ長さである。

図１１の例では、信号取得タイミング（２）の長さが、局部発振信号の１周期と概ね同じ長さである。しかし、これは一例に過ぎず、信号取得タイミング（２）の長さが、局部発振信号の１周期と異なっていてもよい。レーダ信号出力部１からレーダ信号が出力されていない期間が、レーダ信号出力部１からレーダ信号が出力されている期間よりも短い場合、検出可能な電磁ノイズの分解能が劣化するが、電磁ノイズの有無を検出することができる。

[0046] スペクトル算出部４１は、制御部２から出力された制御信号を参照して、レーダ信号出力部１からレーダ信号が出力されていない期間を特定する。

スペクトル算出部４１は、特定した期間に含まれている信号取得タイミング（２）において、ＡＤＣ１１から出力されたデジタルデータを取得する。

スペクトル算出部４１は、信号取得タイミング（２）の間のデジタルデータを距離方向にフーリエ変換することで、電磁ノイズに係る第１の周波数スペクトルを算出する（図１０のステップＳＴ２１）。

[0047] 図１１において、ＦＦＴ（１）は、距離方向のフーリエ変換を示している。

信号取得タイミング（２）の間は、周波数混合部９によってビート信号が生成されていない。したがって、スペクトル算出部４１によってデジタルデータが距離方向にフーリエ変換されても、反射波の受信信号Ｒｘ（ｋ）のスペクトル値が、式（１）に示すビート周波数F_{sb_r}に積算されることがない

。

スペクトル算出部４１によって、デジタルデータが距離方向にフーリエ変換されることで、電磁ノイズのスペクトル値が、図１に示すレーダ装置と電磁ノイズの発生源との相対速度に対応するドップラ周波数F_{n_v}に積算される。

[0048] 図１１の例では、制御部２から出力されている制御信号のＯＦＦ期間がＫ回であるため、スペクトル算出部４１は、互いに異なるＫ個のデジタルデータのそれぞれを距離方向にフーリエ変換して、Ｋ個の第１の周波数スペクトルを算出している。

スペクトル算出部４１は、算出したＫ個の第１の周波数スペクトルをスペクトル算出部４２に出力する。

[0049] スペクトル算出部４２は、スペクトル算出部４１から出力されたＫ個の第１の周波数スペクトルを取得する。

スペクトル算出部４２は、取得したＫ個の第１の周波数スペクトルを相対速度方向にフーリエ変換することで、電磁ノイズに係る第２の周波数スペクトルを算出する（図１０のステップＳＴ２２）。

[0050] 図１１において、ＦＦＴ（２）は、相対速度方向のフーリエ変換を示している。スペクトル算出部４２によって、Ｋ個の第１の周波数スペクトルが相対速度方向にフーリエ変換されることで、電磁ノイズのスペクトル値が、電磁ノイズの発生源との相対速度に対応するドップラ周波数F_{n_v}に積算される。

図１１の例では、電磁ノイズの発生源との相対速度が０であるため、電磁ノイズのスペクトル値が、０の相対速度に対応するドップラ周波数F_{n_v}に積算されている。ただし、これは一例に過ぎず、電磁ノイズのスペクトル値が、電磁ノイズの発生源との相対速度が０以外の相対速度に対応するドップラ周波数に積算されるがある。また、図１１の例では、連続波の電磁ノイズがＡＤＣ１１に入力されており、電磁ノイズの周波数が変化していないため、電磁ノイズのスペクトル値が、電磁ノイズの周波数F_{n_r}に積算されている。

[0051] 周波数出力部４３は、スペクトル算出部４２から第２の周波数スペクトルを受けると、第２の周波数スペクトルにおけるスペクトル値のピーク値を検出する。

スペクトル値のピーク値を検出する処理自体は、公知の技術であるため詳細な説明を省略する。

周波数出力部４３は、検出したピーク値のビート周波数を、電磁ノイズの周波数F_{n_r}として距離速度算出部１６に出力する（図１０のステップＳＴ２３）。

周波数出力部４３は、検出したピーク値のドップラ周波数を、電磁ノイズの発生源との相対速度に対応するドップラ周波数F_{n_v}として距離速度算出部１６に出力する（図１０のステップＳＴ２３）。

[0052] 距離速度算出部１６は、周波数算出部１５から出力されたビート周波数F_{sb_r}及びドップラ周波数F_{sb_v}の組を取得する。

図９の例では、１つの観測対象と、１つの電磁ノイズとに対応する２つのピークがあるため、距離速度算出部１６は、周波数算出部１５から、ビート周波数F_{sb_r}及びドップラ周波数F_{sb_v}の組を２つ取得する。

距離速度算出部１６は、電磁ノイズ検出部１３から出力された電磁ノイズの周波数F_{n_r}及びドップラ周波数F_{n_v}の組を取得する。

図１１の例では、１つの電磁ノイズに対応する１つのピークがあるため、距離速度算出部１６は、電磁ノイズ検出部１３から、電磁ノイズの周波数F_{n_r}及びドップラ周波数F_{n_v}の組を１つ取得する。

[0053] 距離速度算出部１６は、周波数算出部１５から取得したビート周波数F_{sb_r}及びドップラ周波数F_{sb_v}の２つの組と、電磁ノイズ検出部１３から取得した電磁ノイズの周波数F_{n_r}及びドップラ周波数F_{n_v}の１つの組とを比較する。

ビート周波数F_{sb_r}及びドップラ周波数F_{sb_v}の２つの組のうち、一方の組は、電磁ノイズ検出部１３から取得した電磁ノイズの周波数F_{n_r}及びドップラ周波数F_{n_v}の１つの組と一致する。

具体的には、２つのビート周波数F_{sb_r}のうち、１つのビート周波数F_{sb_r}は、電磁ノイズの周波数F_{n_r}と一致する。また、電磁ノイズの周波数F_{n_r}と一致しているビート周波数F_{sb_r}に対応するドップラ周波数F_{sb_v}は、ドップラ周波数F_{n_v}と一致する。

距離速度算出部１６は、図１２に示すように、ビート周波数F_{sb_r}及びドップラ周波数F_{sb_v}における２つの組のうち、電磁ノイズの周波数F_{n_r}及びドップラ周波数F_{n_v}の組と一致する組を破棄する。

図１２は、観測対象までの距離に対応するビート周波数F_{sb_r}及び観測対象との相対速度に対応するドップラ周波数F_{sb_v}を示す説明図である。

[0054] 距離速度算出部１６は、破棄せずに残っている組に含まれているビート周波数F_{sb_r}から観測対象までの距離を算出する（図４のステップＳＴ３）。

距離速度算出部１６は、破棄せずに残っている組に含まれているドップラ周波数F_{sb_v}から観測対象との相対速度を算出する（図４のステップＳＴ３）。

ビート周波数F_{sb_r}から観測対象までの距離を算出する処理自体は、公知の技術であるため、詳細な説明を省略する。また、ドップラ周波数F_{sb_v}から観測対象との相対速度を算出する処理自体は、公知の技術であるため、詳細な説明を省略する。

[0055] 以上の実施の形態１は、ＡＤＣ１１から出力されたデジタルデータのうち、レーダ信号が送信されていない期間中のデジタルデータを用いて、ＡＤＣ１１に入力された電磁ノイズを検出する電磁ノイズ検出部１３と、ＡＤＣ１１から出力されたデジタルデータのうち、レーダ信号が送信されている期間中のデジタルデータと、電磁ノイズ検出部１３により検出された電磁ノイズとを用いて、観測対象を検出する観測対象検出部１４とを備えるように、レーダ装置を構成した。したがって、レーダ装置は、ＡＤＣ１１に電磁ノイズが入力されても、観測対象の検出精度の劣化を抑えることができる。

[0056] 図１に示すレーダ装置では、周波数算出部１５の周波数出力部５３が、スペクトル算出部５２から出力された第２の周波数スペクトルにおけるスペク

トル値のピーク値のビート周波数及び当該ピーク値のドップラ周波数を距離速度算出部１６に出力している。しかし、これは一例に過ぎず、周波数出力部５３が、スペクトル算出部５２から出力された第２の周波数スペクトルを距離速度算出部１６に出力するようにしてもよい。

また、図１に示すレーダ装置では、電磁ノイズ検出部１３の周波数出力部４３が、スペクトル算出部４２から出力された第２の周波数スペクトルにおけるスペクトル値のピーク値のビート周波数及び当該ピーク値のドップラ周波数を距離速度算出部１６に出力している。しかし、これは一例に過ぎず、周波数出力部４３が、スペクトル算出部４２から出力された第２の周波数スペクトルを距離速度算出部１６に出力するようにしてもよい。

[0057] 実施の形態２.

図１に示すレーダ装置では、レーダ信号出力部１が、レーダ信号を断続的に繰り返し送受信部４に出力している。

実施の形態２では、レーダ信号出力部１と送受信部４との間の接続と非接続を繰り返し切り換えるスイッチ６２を備えるレーダ装置について説明する。

[0058] 図１３は、実施の形態２に係るレーダ装置を示す構成図である。図１３において、図１と同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省略する。

制御部６１は、レーダ信号の出力を指示する制御信号（１）を信号源３に出力する。信号源３は、制御部２から制御信号（１）を受けると、連続波の周波数変調信号をレーダ信号としてスイッチ６２に出力する。

また、制御部６１は、レーダ信号の出力タイミングを示す制御信号（２）をスイッチ６２及び信号処理部１２のそれぞれに出力する。

[0059] スイッチ６２は、一端がレーダ信号出力部１におけるレーダ信号の出力側と接続されて、他端が送受信部４におけるレーダ信号の入力側と接続されている。

スイッチ６２は、制御部２から出力された制御信号（２）が示す出力タイミングに従って、レーダ信号出力部１におけるレーダ信号の出力側と送受信

部４におけるレーダ信号の入力側との間の接続と非接続を繰り返し切り換える。

送受信部４は、レーダ信号の入力側が、スイッチ６２を介して、レーダ信号出力部１におけるレーダ信号の出力側と接続されているとき、レーダ信号出力部１から出力されたレーダ信号を観測対象に向けて送信し、観測対象に反射されたレーダ信号を反射波として受信する。

[0060] 次に、図１３に示すレーダ装置の動作について説明する。

図１４は、図１３に示すレーダ装置における観測対象の測定タイミングの一例を示す説明図である。

[0061] 制御部６１は、レーダ信号の出力を指示する制御信号（１）を信号源３に出力する。

信号源３は、制御部２から制御信号（１）を受けると、図１４に示すように、連続波の周波数変調信号をレーダ信号としてスイッチ６２に出力する。

制御信号（１）がＯＮである期間は、レーダ信号を出力する期間であり、制御信号（１）がＯＦＦである期間は、レーダ信号を出力しない期間である。

また、制御部６１は、図１４に示すように、レーダ信号の出力タイミングを示す制御信号（２）をスイッチ６２及び信号処理部１２のそれぞれに出力する。

制御信号（２）がＯＮである期間は、レーダ信号を出力する期間であり、制御信号（２）がＯＦＦである期間は、レーダ信号を出力しない期間である。

図１３に示すレーダ装置では、制御信号（２）が、ＯＮになる期間がＫ回である。また、制御信号（２）が、ＯＮになってからＯＦＦになる期間がＫ回である。制御信号（２）は、図７に示す制御信号と同様の信号である。

[0062] スイッチ６２は、制御部２から出力された制御信号（２）が示す出力タイミングに従って、レーダ信号出力部１におけるレーダ信号の出力側と送受信部４におけるレーダ信号の入力側との間の接続と非接続を繰り返し切り換え

る。

スイッチ６２は、図１４に示すように、制御信号（２）がＯＮである期間中、レーダ信号出力部１におけるレーダ信号の出力側と送受信部４におけるレーダ信号の入力側との間を接続する。

スイッチ６２は、図１４に示すように、制御信号（２）がＯＦＦである期間中、レーダ信号出力部１におけるレーダ信号の出力側と送受信部４におけるレーダ信号の入力側との間を非接続とする。

したがって、送受信部４には、レーダ信号出力部１から出力されたレーダ信号が、断続的に繰り返し入力されるため、送受信部４は、実施の形態１と同様に、レーダ信号を断続的に繰り返し空間に放射することができる。

また、送受信部４は、実施の形態１と同様に、局部発振信号を断続的に繰り返しビート信号生成部８に出力することができる。

ビート信号生成部８、ＡＤＣ１１及び信号処理部１２の動作は、図１に示すレーダ装置と同様であるため、詳細な説明を省略する。

[0063] 図１３に示すレーダ装置は、レーダ信号出力部１におけるレーダ信号の出力側と送受信部４におけるレーダ信号の入力側との間の接続と非接続を繰り返し切り換えるスイッチ６２を備えている。したがって、レーダ装置が、連続波の周波数変調信号をレーダ信号としてスイッチ６２に出力する信号源３を備える場合でも、図１に示すレーダ装置と同様に、ＡＤＣ１１に電磁ノイズが入力されても、観測対象の検出精度の劣化を抑えることができる。

[0064] 図１３に示すレーダ装置では、レーダ信号出力部１におけるレーダ信号の出力側と送受信部４におけるレーダ信号の入力側との間にスイッチ６２が設けられている。しかし、これは一例に過ぎず、図１５に示すように、分配部５と周波数混合部９との間にスイッチ６３が設けられていてもよい。

図１５は、実施の形態２に係る他のレーダ装置を示す構成図である。

図１５に示すレーダ装置では、制御部６１が、制御信号（２）をスイッチ６３及び信号処理部１２のそれぞれに出力する。

周波数混合部９は、スイッチ６３がＯＦＦである期間中、分配部５から出

力された局部発振信号を受けないため、ビート信号の生成を行わず、ビート信号をフィルタ部１０に出力しない。

図１５に示すレーダ装置でも、図１及び図１３に示すレーダ装置と同様に、ＡＤＣ１１に電磁ノイズが入力されても、観測対象の検出精度の劣化を抑えることができる。

[0065] 実施の形態３．

実施の形態３では、観測対象との相対速度が第１の閾値よりも大きければ、電磁ノイズの周波数の算出処理及び電磁ノイズの発生源との相対速度に対応するドップラ周波数の算出処理のそれぞれを実施しない電磁ノイズ検出部７１を備えるレーダ装置について説明する。

[0066] 図１６は、実施の形態３に係るレーダ装置を示す構成図である。図１６において、図１と同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省略する。

周波数算出部１５は、実施の形態１と同様に、ＡＤＣ１１から出力されたデジタルデータのうち、特定した期間中のデジタルデータを用いて、観測対象までの距離に対応するビート周波数$Ｆ_{sb_r}$及び観測対象との相対速度に対応するドップラ周波数$Ｆ_{sb_v}$のそれぞれを算出する。

周波数算出部１５は、算出したビート周波数$Ｆ_{sb_r}$及び算出したドップラ周波数$Ｆ_{sb_v}$のそれぞれを距離速度算出部１６に出力する。

また、周波数算出部１５は、算出したドップラ周波数$Ｆ_{sb_v}$を電磁ノイズ検出部７１に出力する。

[0067] 電磁ノイズ検出部７１は、例えば、図２に示す電磁ノイズ検出回路２１によって実現される。

電磁ノイズ検出部７１は、図１に示す電磁ノイズ検出部１３と同様に、制御部２から出力された制御信号を参照して、送受信部４からレーダ信号が送信されていない期間中として、レーダ信号出力部１からレーダ信号が出力されていない期間を特定する。

電磁ノイズ検出部７１は、周波数算出部１５により１つ以上のドップラ周波数$Ｆ_{sb_v}$が算出されると、それぞれのドップラ周波数$Ｆ_{sb_v}$が示す相対速

度と第１の閾値とを比較する。例えば、観測対象が１つであり、電磁ノイズが１つであれば、周波数算出部１５により２つのドップラ周波数F_{sb_v}が算出されるため、電磁ノイズ検出部７１は、２つのドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速度と第１の閾値とを比較する。

[0068] 電磁ノイズ検出部７１は、それぞれのドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速度と第１の閾値との比較結果に基づいて、１つ以上のドップラ周波数F_{sb_v}のうち、いずれかのドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速度が第１の閾値以下であるか否かを判定する。

電磁ノイズ検出部７１は、いずれかのドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速度が第１の閾値以下であると判定すれば、特定した期間中のデジタルデータを用いて、ＡＤＣ１１に入力された電磁ノイズの周波数F_{n_r}及び電磁ノイズの発生源との相対速度に対応するドップラ周波数F_{n_v}のそれぞれを算出する。

電磁ノイズ検出部７１は、１つ以上のドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速度の全てが第１の閾値よりも大きいと判定すれば、電磁ノイズの周波数F_{n_r}の算出処理及びドップラ周波数F_{n_v}の算出処理のそれぞれを実施しない。

[0069] 第１の閾値は、電磁ノイズ検出部７１におけるスペクトル算出部４４（図１７を参照）の内部メモリに格納されていてもよいし、外部から与えられるものであってもよい。第１の閾値は、０、又は、０に近い値である。０に近い値としては、例えば、１［ｋｍ／時間］の値が考えられる。また、第１の閾値は、予め、電磁ノイズ試験を行った結果から得られる値であってもよい。

電磁ノイズ検出部７１は、算出した電磁ノイズの周波数F_{n_r}及び算出したドップラ周波数F_{n_v}のそれぞれを距離速度算出部１６に出力する。

[0070] 図１７は、信号処理部１２の電磁ノイズ検出部７１を示す構成図である。図１７において、図５と同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省略する。

スペクトル算出部４４は、図５に示すスペクトル算出部４１と同様に、制

御部２から出力された制御信号を参照して、レーダ信号出力部１からレーダ信号が出力されていない期間を特定する。

スペクトル算出部４４は、周波数算出部１５により１つ以上のドップラ周波数F_{sb_v}が算出されると、それぞれのドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速度と第１の閾値とを比較する。

[0071] スペクトル算出部４４は、それぞれのドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速度と第１の閾値との比較結果に基づいて、１つ以上のドップラ周波数F_{sb_v}のうち、いずれかのドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速度が第１の閾値以下であるか否かを判定する。

スペクトル算出部４４は、いずれかのドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速度が第１の閾値以下であると判定すれば、ＡＤＣ１１から出力されたデジタルデータのうち、特定した期間中のデジタルデータを距離方向にフーリエ変換することで、電磁ノイズに係る第１の周波数スペクトルを算出する。

スペクトル算出部４４は、ＡＤＣ１１から、特定した期間中のデジタルデータが繰り返し出力されるため、繰り返し出力された複数のデジタルデータのそれぞれを距離方向にフーリエ変換することで、電磁ノイズに係る複数の第１の周波数スペクトルを算出する。

スペクトル算出部４４は、算出した電磁ノイズに係る複数の第１の周波数スペクトルをスペクトル算出部４２に出力する。

スペクトル算出部４４は、１つ以上のドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速度の全てが第１の閾値よりも大きいと判定すれば、特定した期間中のデジタルデータを距離方向にフーリエ変換することで、電磁ノイズに係る第１の周波数スペクトルを算出する処理を行わない。

[0072] 次に、図１６に示すレーダ装置の動作について説明する。

電磁ノイズ検出部７１以外は、実施の形態１と同様であるため、ここでは、主に電磁ノイズ検出部７１の動作を説明する。

周波数算出部１５は、実施の形態１と同様に、観測対象までの距離に対応するビート周波数F_{sb_r}及び観測対象との相対速度に対応するドップラ周波

数F_{sb_v}のそれぞれを算出する。

周波数算出部１５は、実施の形態１と同様に、算出したビート周波数F_{sb_r}及び算出したドップラ周波数F_{sb_v}のそれぞれを距離速度算出部１６に出力する。

また、周波数算出部１５は、算出したドップラ周波数F_{sb_v}を電磁ノイズ検出部７１に出力する。

[0073] 電磁ノイズ検出部７１のスペクトル算出部４４は、図５に示すスペクトル算出部４１と同様に、制御部２から出力された制御信号を参照して、レーダ信号出力部１からレーダ信号が出力されていない期間を特定する。

スペクトル算出部４４は、周波数算出部１５により１つ以上のドップラ周波数F_{sb_v}が算出されると、それぞれのドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速度と第１の閾値とを比較する。

例えば、観測対象が１つであり、電磁ノイズが１つであれば、周波数算出部１５は、２つのドップラ周波数F_{sb_v}を算出する。周波数算出部１５により２つのドップラ周波数F_{sb_v}が算出されれば、スペクトル算出部４４は、２つのドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速度と第１の閾値とを比較する。

相対速度がほぼ０であれば、電磁ノイズがＡＤＣ１１に入力されて、電磁ノイズがビート信号と重畳されてしまう可能性が高い。相対速度がほぼ０であるときに、ＡＤＣ１１に入力される電磁ノイズは、図１６に示すレーダ装置に実装されているいずれかの部品から発生された電磁ノイズであることが想定される。

一方、相対速度が大きければ、電磁ノイズがＡＤＣ１１に入力されて、電磁ノイズがビート信号と重畳されてしまう可能性が低い。

[0074] スペクトル算出部４４は、それぞれのドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速度と第１の閾値との比較結果に基づいて、１つ以上のドップラ周波数F_{sb_v}のうち、いずれかのドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速度が第１の閾値以下であるか否かを判定する。

スペクトル算出部４４は、いずれかのドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速

度が第１の閾値以下であると判定すれば、ＡＤＣ１１から出力されたデジタルデータのうち、特定した期間中のデジタルデータを取得する。

スペクトル算出部４４は、図５に示すスペクトル算出部４１と同様に、取得したデジタルデータを距離方向にフーリエ変換することで、電磁ノイズに係る第１の周波数スペクトルを算出する。

スペクトル算出部４４は、１つ以上のドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速度の全てが第１の閾値よりも大きいと判定すれば、特定した期間中のデジタルデータを距離方向にフーリエ変換することで、電磁ノイズに係る第１の周波数スペクトルを算出する処理を行わない。

スペクトル算出部４４は、図５に示すスペクトル算出部４１と同様に、電磁ノイズに係るＫ個の第１の周波数スペクトルを算出すると、算出した電磁ノイズに係るＫ個の第１の周波数スペクトルをスペクトル算出部４２に出力する。

[0075] スペクトル算出部４２は、スペクトル算出部４１がＫ個の第１の周波数スペクトルを出力すると、Ｋ個の第１の周波数スペクトルを取得する。

スペクトル算出部４２は、実施の形態１と同様に、取得したＫ個の第１の周波数スペクトルを相対速度方向にフーリエ変換することで、電磁ノイズに係る第２の周波数スペクトルを算出する。

[0076] 周波数出力部４３は、スペクトル算出部４２から第２の周波数スペクトルを受けると、第２の周波数スペクトルにおけるスペクトル値のピーク値を検出する。

周波数出力部４３は、検出したピーク値のビート周波数を、電磁ノイズの周波数F_{n_r}として距離速度算出部１６に出力する。

周波数出力部４３は、検出したピーク値のドップラ周波数を、電磁ノイズの発生源との相対速度に対応するドップラ周波数F_{n_v}として距離速度算出部１６に出力する。

[0077] 以上の実施の形態３は、周波数算出部１５により１つ以上のドップラ周波数F_{sb_v}が算出されたとき、電磁ノイズ検出部７１が、１つ以上のドップラ

周波数F_{sb_v}のうち、いずれかのドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速度が第１の閾値以下であれば、ＡＤＣ１１に入力された電磁ノイズの周波数F_{n_r}の算出処理及び電磁ノイズの発生源との相対速度に対応するドップラ周波数F_{n_v}の算出処理のそれぞれを実施する。１つ以上のドップラ周波数F_{n_v}が示す相対速度の全てが第１の閾値よりも大きければ、電磁ノイズ検出部７１が、ＡＤＣ１１に入力された電磁ノイズの周波数F_{n_r}の算出処理及び電磁ノイズの発生源との相対速度に対応するドップラ周波数F_{n_v}の算出処理のそれぞれを実施しないように、レーダ装置を構成した。したがって、レーダ装置は、ＡＤＣ１１に電磁ノイズが入力されても、観測対象の検出精度の劣化を抑えることができるほか、図１に示す電磁ノイズ検出部１３と比べて、電磁ノイズ検出部７１の算出処理の負荷を軽減することができる。

[0078] 図１６に示すレーダ装置では、１つ以上のドップラ周波数F_{n_v}が示す相対速度の全てが第１の閾値よりも大きければ、電磁ノイズ検出部７１が、電磁ノイズの周波数F_{n_r}の算出処理及びドップラ周波数F_{n_v}の算出処理のそれぞれを実施しないようにしている。

１つ以上のドップラ周波数F_{n_v}が示す相対速度の全てが第１の閾値よりも大きければ、制御部２が、レーダ信号出力部１からレーダ信号が出力されていない期間を短くするように制御してもよい。

制御部２が、レーダ信号出力部１からレーダ信号が出力されていない期間を短くすることで、観測対象までの距離及び観測対象との相対速度のそれぞれの算出周期が短くなり、距離及び相対速度におけるそれぞれの算出頻度が高くなる。

[0079] 図１６に示すレーダ装置では、電磁ノイズ検出部７１が、周波数算出部１５により算出されたそれぞれのドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速度と第１の閾値とを比較している。しかし、これは一例に過ぎず、電磁ノイズ検出部７１が、周波数算出部１５により算出されたそれぞれのドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速度と、自己のレーダ装置である図１６に示すレーダ装置の移動速度との差分と、第２の閾値とを比較するようにしてもよい。電磁ノイズ検

出部７１は、図１６に示すレーダ装置が、自動車等の車両に実装されていれば、車両から、図１６に示すレーダ装置の移動速度を取得することが可能である。

第２の閾値は、電磁ノイズ検出部７１におけるスペクトル算出部４４（図１７を参照）の内部メモリに格納されていてもよいし、外部から与えられるものであってもよい。第２の閾値は、０、又は、０に近い値である。０に近い値としては、例えば、１［ｋｍ／時間］の値が考えられる。また、第２の閾値は、予め、電磁ノイズ試験を行った結果から得られる値であってもよい。

[0080] ドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速度と図１６に示すレーダ装置の移動速度との差分がほぼ０であれば、電磁ノイズがＡＤＣ１１に入力されて、電磁ノイズがビート信号と重畳されてしまう可能性が高い。差分がほぼ０であるときに、ＡＤＣ１１に入力される電磁ノイズは、例えば、図１６に示すレーダ装置の近くに存在している無線給電装置から発生された電磁ノイズであることが想定される。無線給電装置は、ガソリンスタンド又はコンビニエンスストア等に設置されており、電気自動車のバッテリーを無線で充電する装置である。

一方、ドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速度と図１６に示すレーダ装置の移動速度との差分が大きければ、電磁ノイズがＡＤＣ１１に入力されて、電磁ノイズがビート信号と重畳されてしまう可能性が低い。ただし、差分が大きくても、ドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速度がほぼ０であれば、電磁ノイズがＡＤＣ１１に入力されて、電磁ノイズがビート信号と重畳されてしまう可能性がある。

[0081] 電磁ノイズ検出部７１は、周波数算出部１５により算出されたそれぞれのドップラ周波数F_{sb_v}が示す相対速度と図１６に示すレーダ装置の移動速度との差分と、第２の閾値との比較結果に基づいて、それぞれの差分のうち、いずれかの差分が、第２の閾値以下であるか否かを判定する。

電磁ノイズ検出部７１は、いずれかの差分が第２の閾値以下であると判定

すれば、特定した期間中のデジタルデータを用いて、ＡＤＣ１１に入力された電磁ノイズの周波数F_{n_r}及び電磁ノイズの発生源との相対速度に対応するドップラ周波数F_{n_v}のそれぞれを算出する。

電磁ノイズ検出部７１は、算出した電磁ノイズの周波数F_{n_r}及び算出したドップラ周波数F_{n_v}のそれぞれを距離速度算出部１６に出力する。

電磁ノイズ検出部７１は、全ての差分が第２の閾値よりも大きいと判定すれば、電磁ノイズの周波数F_{n_r}の算出処理及びドップラ周波数F_{n_v}の算出処理のそれぞれを実施しない。

[0082] 実施の形態４．

実施の形態４では、レーダ信号出力部８０が、レーダ信号の周波数帯域幅ＢＷ、又は、レーダ信号の掃引時間Ｔを変更するレーダ装置について説明する。

図１８は、実施の形態４に係るレーダ装置を示す構成図である。図１８において、図１と同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省略する。

[0083] レーダ信号出力部８０は、制御部８１及び信号源３を備えている。

レーダ信号出力部８０は、図１に示すレーダ信号出力部１と同様に、時間の経過に伴って周波数が変化する周波数変調信号をレーダ信号として断続的に繰り返し送受信部４に出力する。

レーダ信号出力部８０は、所定の条件が成立するとき、レーダ信号の周波数帯域幅ＢＷ、又は、レーダ信号の掃引時間Ｔを変更する。

[0084] 制御部８１は、図１に示す制御部２と同様に、レーダ信号の出力タイミングを示す制御信号を信号源３及び信号処理部１２のそれぞれに出力する。

制御部８１は、周波数算出部１５により算出されたビート周波数F_{sb_r}のうち、距離速度算出部１６により算出された観測対象までの距離に対応するビート周波数F_{sb_r}を取得する。

制御部８１は、周波数算出部１５により算出されたドップラ周波数F_{sb_v}のうち、距離速度算出部１６により算出された観測対象との相対速度に対応するドップラ周波数F_{sb_v}を取得する。

制御部８１は、電磁ノイズ検出部１３により算出された電磁ノイズの周波数F_{n_r}及び電磁ノイズの発生源との相対速度に対応するドップラ周波数F_{n_v}のそれぞれを取得する。

[0085] 制御部８１は、取得した観測対象までの距離に対応するビート周波数F_{sb_r}と、取得した電磁ノイズの周波数F_{n_r}との差分と、第３の閾値とを比較する。

制御部８１は、取得した観測対象との相対速度に対応するドップラ周波数F_{sb_v}と、取得した電磁ノイズの発生源との相対速度に対応するドップラ周波数F_{n_v}との差分と、第４の閾値とを比較する。

制御部８１は、ビート周波数F_{sb_r}と電磁ノイズの周波数F_{n_r}との差分が第３の閾値以下であり、かつ、ドップラ周波数F_{sb_v}とドップラ周波数F_{n_v}との差分が第４の閾値以下であれば、所定の条件が成立するものとして、レーダ信号の周波数帯域幅ＢＷ、又は、レーダ信号の掃引時間Ｔを変更するように、信号源３を制御する。

第３の閾値及び第４の閾値のそれぞれは、制御部８１の内部メモリに格納されていてもよいし、外部から与えられるものであってもよい。

第３の閾値及び第４の閾値のそれぞれは、０、又は、０に近い値である。０に近い値としては、１又は２等［Ｈｚ］の値が考えられる。また、第３の閾値及び第４の閾値のそれぞれは、予め、電磁ノイズ試験を行った結果から得られる値であってもよい。

[0086] 次に、図１８に示すレーダ装置の動作について説明する。

レーダ信号出力部８０以外は、実施の形態１と同様であるため、ここでは、主にレーダ信号出力部８０の動作を説明する。

距離速度算出部１６は、実施の形態１と同様に、観測対象までの距離及び観測対象との相対速度のそれぞれを算出する。

距離速度算出部１６は、算出した観測対象までの距離に対応するビート周波数F_{sb_r}を制御部８１に出力し、算出した観測対象との相対速度に対応するドップラ周波数F_{sb_v}を制御部８１に出力する。

ここでは、説明の簡単化のため、観測対象の個数が１つであり、距離速度算出部１６が、ビート周波数F_{sb_r}及びドップラ周波数F_{sb_v}の組を１つだけ出力するものとする。

電磁ノイズ検出部１３は、実施の形態１と同様に、電磁ノイズの周波数F_{n_r}及びドップラ周波数F_{n_v}のそれぞれを算出すると、算出した電磁ノイズの周波数F_{n_r}及びドップラ周波数F_{n_v}のそれぞれを制御部８１に出力する。

ここでは、説明の簡単化のため、電磁ノイズの個数が１つであり、電磁ノイズの周波数F_{n_r}及びドップラ周波数F_{n_v}の組を１つだけ出力するものとする。

[0087] 制御部８１は、距離速度算出部１６から出力されたビート周波数F_{sb_r}及びドップラ周波数F_{sb_v}のそれぞれを取得し、電磁ノイズ検出部１３から出力された電磁ノイズの周波数F_{n_r}及びドップラ周波数F_{n_v}のそれぞれを取得する。

制御部８１は、取得したビート周波数F_{sb_r}と取得した電磁ノイズの周波数F_{n_r}との差分と、第３の閾値とを比較する。

制御部８１は、取得したドップラ周波数F_{sb_v}と取得したドップラ周波数F_{n_v}との差分と、第４の閾値とを比較する。

ビート周波数F_{sb_r}と電磁ノイズの周波数F_{n_r}との差分がほぼ０であり、かつ、ドップラ周波数F_{sb_v}とドップラ周波数F_{n_v}との差分がほぼ０であれば、ビート信号に重畳されている電磁ノイズを除去することが困難である。

[0088] 制御部８１は、ビート周波数F_{sb_r}と電磁ノイズの周波数F_{n_r}との差分が第３の閾値以下であり、かつ、ドップラ周波数F_{sb_v}とドップラ周波数F_{n_v}との差分が第４の閾値以下であれば、レーダ信号の周波数帯域幅ＢＷ、又は、レーダ信号の掃引時間Ｔを変更するように、信号源３を制御する。

制御部８１が、レーダ信号の周波数帯域幅ＢＷ、又は、レーダ信号の掃引時間Ｔを変更することで、観測対象のスペクトル値と、電磁ノイズのスペクトル値とが、互いに異なるビート周波数、又は、互いに異なるドップラ周波

数に積算されるようになる。

したがって、距離速度算出部１６は、ビート信号に重畳されている電磁ノイズの影響を受けずに、観測対象までの距離及び観測対象との相対速度のそれぞれを算出することができる。

[0089] 以上の実施の形態４は、レーダ信号出力部８０が、周波数算出部１５により算出されたビート周波数のうち、距離速度算出部１６により算出された観測対象までの距離に対応するビート周波数と、電磁ノイズ検出部１３により算出された電磁ノイズの周波数との差分が第３の閾値以下であり、かつ、周波数算出部１５により算出されたドップラ周波数のうち、距離速度算出部１６により算出された観測対象との相対速度に対応するドップラ周波数と、電磁ノイズ検出部１３により算出されたドップラ周波数との差分が第４の閾値以下であれば、レーダ信号の周波数帯域幅ＢＷ、又は、レーダ信号の掃引時間Ｔを変更するように、レーダ装置を構成した。したがって、レーダ装置は、ビート周波数F_{sb_r}と電磁ノイズの周波数F_{n_r}との差分がほぼ０であり、かつ、ドップラ周波数F_{sb_v}とドップラ周波数F_{n_v}との差分がほぼ０であっても、ＡＤＣ１１に電磁ノイズが入力されることに伴う観測対象の検出精度の劣化を抑えることができる。

[0090] 実施の形態５．

実施の形態５では、実施の形態１～４のうち、いずれか１つの実施の形態のレーダ装置を実装している車載装置について説明する。

図１９は、実施の形態５に係る車載装置を示す構成図である。

図１９において、レーダ装置９０は、実施の形態１～４のうち、いずれか１つの実施の形態のレーダ装置である。

レーダ装置９０は、観測対象検出部１４の距離速度算出部１６により算出された観測対象までの距離及び観測対象との相対速度のそれぞれを自動車の制御ユニット９１に出力する。

また、レーダ装置９０は、電磁ノイズ検出部１３により算出された電磁ノイズの周波数F_{n_r}及び電磁ノイズの発生源との相対速度に対応するドップラ

周波数F_{n_v}のそれぞれを自動車の制御ユニット９１に出力する。

制御ユニット９１は、自動車のエンジン、ステアリング又はブレーキ等を制御する装置である。

[0091] 次に、図１９に示す車載装置の動作について説明する。

レーダ装置９０は、距離速度算出部１６が、観測対象までの距離及び観測対象との相対速度のそれぞれを算出すると、観測対象までの距離及び観測対象との相対速度のそれぞれを制御ユニット９１に出力する。

レーダ装置９０は、電磁ノイズ検出部１３が、電磁ノイズの周波数F_{n_r}及びドップラ周波数F_{n_v}のそれぞれを算出すると、電磁ノイズの周波数F_{n_r}及びドップラ周波数F_{n_v}のそれぞれを制御ユニット９１に出力する。

[0092] 制御ユニット９１は、レーダ装置９０から観測対象までの距離及び観測対象との相対速度のそれぞれを取得すると、取得した距離及び取得した相対速度に基づいて、例えば、図１９に示す車載装置を備える自動車と、観測対象との衝突の危険性を判定する。衝突の危険性を判定することができれば、どのような判定方法でもよく、制御ユニット９１は、公知の判定方法を用いるものとする。

制御ユニット９１は、衝突の危険性があると判定すると、例えば、自動車のブレーキを自動的に作動する。

また、制御ユニット９１は、衝突の危険性があると判定すると、例えば、自動車の進行方向が切り換わるように、ステアリングを制御する。

[0093] また、制御ユニット９１は、図示せぬセンサにより検知されたセンサ情報と、取得した観測対象までの距離及び取得した観測対象との相対速度とを組み合わせに基づいて、例えば、自動車の自動運転を実施する。

制御ユニット９１は、レーダ装置９０から出力された電磁ノイズの周波数F_{n_r}及びドップラ周波数F_{n_v}のそれぞれに基づいて、例えば、取得した観測対象までの距離及び取得した観測対象との相対速度のそれぞれの信頼性を判定する。信頼性を判定することができれば、どのような判定方法でもよく、制御ユニット９１は、公知の判定方法を用いるものとする。

制御ユニット９１は、信頼性が高いと判定した場合、取得した観測対象までの距離及び取得した観測対象との相対速度のそれぞれを用いて、例えば、自動車の自動運転を実施する。

制御ユニット９１は、信頼性が低いと判定した場合、例えば、自動車の自動運転を実施する際、取得した観測対象までの距離及び取得した観測対象との相対速度のそれぞれを使用しないようにする。

[0094] 以上の実施の形態５は、観測対象検出部１４が、距離速度算出部１６により算出された観測対象までの距離及び観測対象との相対速度のそれぞれを自動車の制御ユニット９１に出力し、電磁ノイズ検出部１３により算出されたビート周波数及びドップラ周波数のそれぞれを制御ユニット９１に出力するように、レーダ装置を構成した。したがって、制御ユニット９１が、観測対象までの距離及び観測対象との相対速度のそれぞれを用いて、例えば、自動車を制御する際、観測対象までの距離及び観測対象との相対速度のそれぞれの信頼性を判定することができる。

[0095] なお、本願発明はその発明の範囲内において、各実施の形態の自由な組み合わせ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは各実施の形態において任意の構成要素の省略が可能である。

産業上の利用可能性

[0096] この発明は、観測対象を検出するレーダ装置、観測対象検出方法及び車載装置に適している。

符号の説明

[0097] １　レーダ信号出力部、２　制御部、３　信号源、４　送受信部、５　分配部、６　送信アンテナ、７　受信アンテナ、８　ビート信号生成部、９　周波数混合部、１０　フィルタ部、１１　ＡＤＣ、１２　信号処理部、１３　電磁ノイズ検出部、１４　観測対象検出部、１５　周波数算出部、１６　距離速度算出部、２１　電磁ノイズ検出回路、２２　周波数算出回路、２３　距離速度算出回路、３１　メモリ、３２　プロセッサ、４１，４４　スペクトル算出部、４２　スペクトル算出部、４３　周波数出力部、５１　スペ

クトル算出部、５２　スペクトル算出部、５３　周波数出力部、６１　制御部、６２，６３　スイッチ、７１　電磁ノイズ検出部、８０　レーダ信号出力部、８１　制御部、９０　レーダ装置、９１　制御ユニット。

請求の範囲

[請求項1] 時間の経過に伴って周波数が変化する周波数変調信号がレーダ信号として断続的に繰り返し送信され、前記レーダ信号が送信されている期間中、観測対象に反射された前記レーダ信号が反射波として受信されると、前記送信されたレーダ信号の周波数と、前記反射波の周波数との差分の周波数を有するビート信号を生成するビート信号生成部と、

前記ビート信号生成部により生成されたビート信号をデジタルデータに変換し、前記デジタルデータを出力する変換部と、

前記変換部から出力されたデジタルデータのうち、前記レーダ信号が送信されていない期間中のデジタルデータを用いて、前記変換部に入力された電磁ノイズを検出する電磁ノイズ検出部と、

前記変換部から出力されたデジタルデータのうち、前記レーダ信号が送信されている期間中のデジタルデータと、前記電磁ノイズ検出部により検出された電磁ノイズとを用いて、前記観測対象を検出する観測対象検出部と

を備えたレーダ装置。

[請求項2] 時間の経過に伴って周波数が変化する周波数変調信号をレーダ信号として断続的に繰り返し出力するレーダ信号出力部と、

前記レーダ信号出力部から出力されたレーダ信号を前記観測対象に向けて送信して、前記観測対象に反射されたレーダ信号を反射波として受信し、前記レーダ信号出力部から出力されたレーダ信号及び前記反射波のそれぞれを前記ビート信号生成部に出力する送受信部とを備えたことを特徴とする請求項１記載のレーダ装置。

[請求項3] 前記電磁ノイズ検出部は、

前記変換部から出力されたデジタルデータのうち、前記レーダ信号出力部からレーダ信号が出力されていない期間中のデジタルデータを用いて、前記変換部に入力された電磁ノイズの周波数及び前記電磁ノ

イズの発生源との相対速度に対応するドップラ周波数のそれぞれを算出し、

前記観測対象検出部は、

前記変換部から出力されたデジタルデータのうち、前記レーダ信号出力部からレーダ信号が出力されている期間中のデジタルデータを用いて、前記観測対象までの距離に対応するビート周波数及び前記観測対象との相対速度に対応するドップラ周波数のそれぞれを算出する周波数算出部と、

前記周波数算出部により算出されたビート周波数及びドップラ周波数と、前記電磁ノイズ検出部により算出された電磁ノイズの周波数及びドップラ周波数とを用いて、前記観測対象までの距離及び前記観測対象との相対速度のそれぞれを算出する距離速度算出部とを備えていることを特徴とする請求項２記載のレーダ装置。

[請求項4] 時間の経過に伴って周波数が変化する周波数変調信号をレーダ信号として出力するレーダ信号出力部と、

前記レーダ信号出力部から出力されたレーダ信号を前記観測対象に向けて送信して、前記観測対象に反射されたレーダ信号を反射波として受信し、前記レーダ信号出力部から出力されたレーダ信号及び前記反射波のそれぞれを前記ビート信号生成部に出力する送受信部と、

前記レーダ信号出力部と前記送受信部との間に接続されており、前記レーダ信号出力部と前記送受信部との間の接続と非接続を繰り返し切り換えるスイッチとを備えており、

前記送受信部は、前記スイッチを介して、前記レーダ信号出力部と接続されているとき、前記レーダ信号出力部から出力されたレーダ信号を前記観測対象に向けて送信し、かつ、前記レーダ信号出力部から出力されたレーダ信号及び前記反射波のそれぞれを前記ビート信号生成部に出力することを特徴とする請求項１記載のレーダ装置。

[請求項5] 前記電磁ノイズ検出部は、

前記周波数算出部により１つ以上のドップラ周波数が算出されたとき、前記１つ以上のドップラ周波数のうち、いずれかのドップラ周波数が示す相対速度が第１の閾値以下であれば、前記変換部に入力された電磁ノイズの周波数の算出処理及び前記電磁ノイズの発生源との相対速度に対応するドップラ周波数の算出処理のそれぞれを実施し、前記１つ以上のドップラ周波数が示す相対速度の全てが前記第１の閾値よりも大きければ、前記変換部に入力された電磁ノイズの周波数の算出処理及び前記電磁ノイズの発生源との相対速度に対応するドップラ周波数の算出処理のそれぞれを実施しないことを特徴とする請求項３記載のレーダ装置。

[請求項6] 前記電磁ノイズ検出部は、

前記周波数算出部により１つ以上のドップラ周波数が算出されたとき、前記１つ以上のドップラ周波数のうち、いずれかのドップラ周波数が示す相対速度と自己のレーダ装置の移動速度との差分が第２の閾値以下であれば、前記変換部に入力された電磁ノイズの周波数の算出処理及び前記電磁ノイズの発生源との相対速度に対応するドップラ周波数の算出処理のそれぞれを実施し、前記周波数算出部により算出されたそれぞれのドップラ周波数が示す相対速度と自己のレーダ装置の移動速度との差分の全てが前記第２の閾値よりも大きければ、前記変換部に入力された電磁ノイズの周波数の算出処理及び前記電磁ノイズの発生源との相対速度に対応するドップラ周波数の算出処理のそれぞれを実施しないことを特徴とする請求項３記載のレーダ装置。

[請求項7] 前記レーダ信号出力部は、

前記周波数算出部により算出されたビート周波数のうち、前記距離速度算出部により算出された観測対象までの距離に対応するビート周波数と、前記電磁ノイズ検出部により算出された電磁ノイズの周波数との差分が第３の閾値以下であり、

かつ、前記周波数算出部により算出されたドップラ周波数のうち、

前記距離速度算出部により算出された観測対象との相対速度に対応するドップラ周波数と、前記電磁ノイズ検出部により算出されたドップラ周波数との差分が第４の閾値以下であれば、前記繰り返し出力するレーダ信号の周波数帯域幅、又は、前記繰り返し出力するレーダ信号の掃引時間を変更することを特徴とする請求項３記載のレーダ装置。

[請求項8] 前記観測対象検出部は、

前記距離速度算出部により算出された観測対象までの距離及び観測対象との相対速度のそれぞれを自動車の制御ユニットに出力し、前記電磁ノイズ検出部により算出されたビート周波数及びドップラ周波数のそれぞれを前記制御ユニットに出力することを特徴とする請求項３記載のレーダ装置。

[請求項9] 時間の経過に伴って周波数が変化する周波数変調信号がレーダ信号として断続的に繰り返し送信され、前記レーダ信号が送信されている期間中、観測対象に反射された前記レーダ信号が反射波として受信されて、前記送信されたレーダ信号の周波数と、前記反射波の周波数との差分の周波数を有するビート信号が生成され、変換部によって、前記ビート信号がデジタルデータに変換されて、前記変換部からデジタルデータが出力されると、

電磁ノイズ検出部が、前記変換部から出力されたデジタルデータのうち、前記レーダ信号が送信されていない期間中のデジタルデータを用いて、前記変換部に入力された電磁ノイズを検出し、

観測対象検出部が、前記変換部から出力されたデジタルデータのうち、前記レーダ信号が送信されている期間中のデジタルデータと、前記電磁ノイズ検出部により検出された電磁ノイズとを用いて、前記観測対象を検出する

観測対象検出方法。

[請求項10] 観測対象を検出するレーダ装置を備えた車載装置であり、

前記レーダ装置は、

時間の経過に伴って周波数が変化する周波数変調信号がレーダ信号として断続的に繰り返し送信され、前記レーダ信号が送信されている期間中、観測対象に反射された前記レーダ信号が反射波として受信されると、前記送信されたレーダ信号の周波数と、前記反射波の周波数との差分の周波数を有するビート信号を生成するビート信号生成部と、

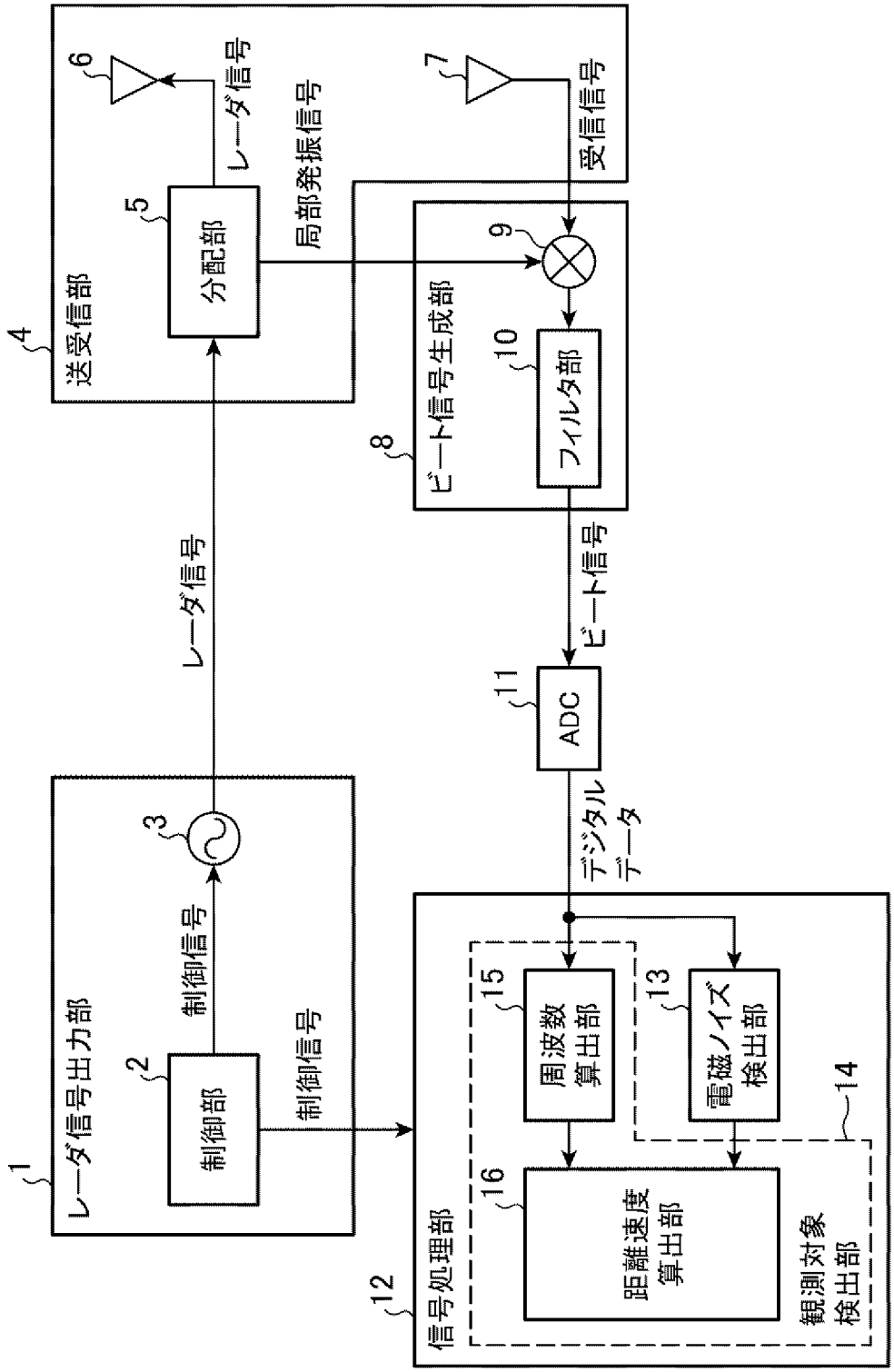
前記ビート信号生成部により生成されたビート信号をデジタルデータに変換し、前記デジタルデータを出力する変換部と、

前記変換部から出力されたデジタルデータのうち、前記レーダ信号が送信されていない期間中のデジタルデータを用いて、前記変換部に入力された電磁ノイズを検出する電磁ノイズ検出部と、

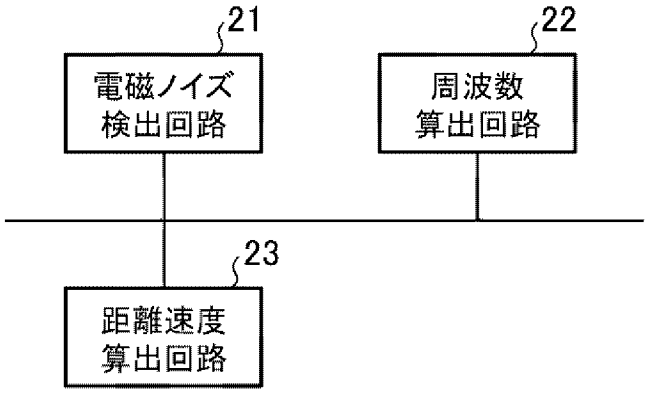
前記変換部から出力されたデジタルデータのうち、前記レーダ信号が送信されている期間中のデジタルデータと、前記電磁ノイズ検出部により検出された電磁ノイズとを用いて、前記観測対象を検出する観測対象検出部と

を備えていることを特徴とする車載装置。

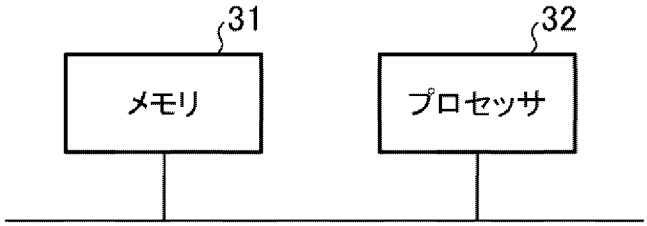
[図1]


1
レーダ信号出力部
2
制御部
制御信号
3
制御信号
レーダ信号
4
送受信部
5
分配部
レーダ信号
局部発振信号
6
7
受信信号
8
ビート信号生成部
9
10
フィルタ部
ビート信号
11
ADC
デジタルデータ
12
信号処理部
15
周波数算出部
13
電磁ノイズ検出部
14
観測対象検出部
16
距離速度算出部

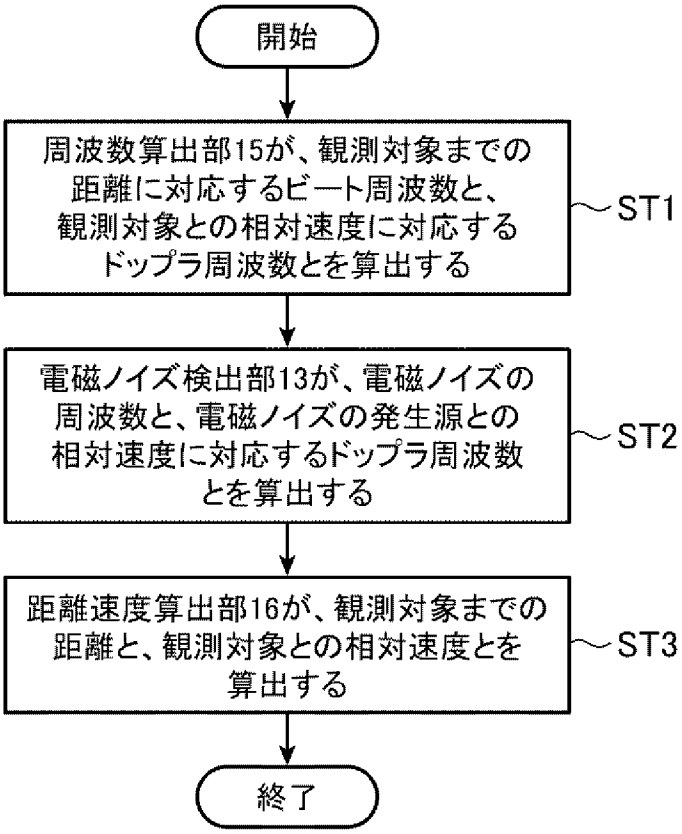
[図2]


21
電磁ノイズ
検出回路
22
周波数
算出回路
23
距離速度
算出回路

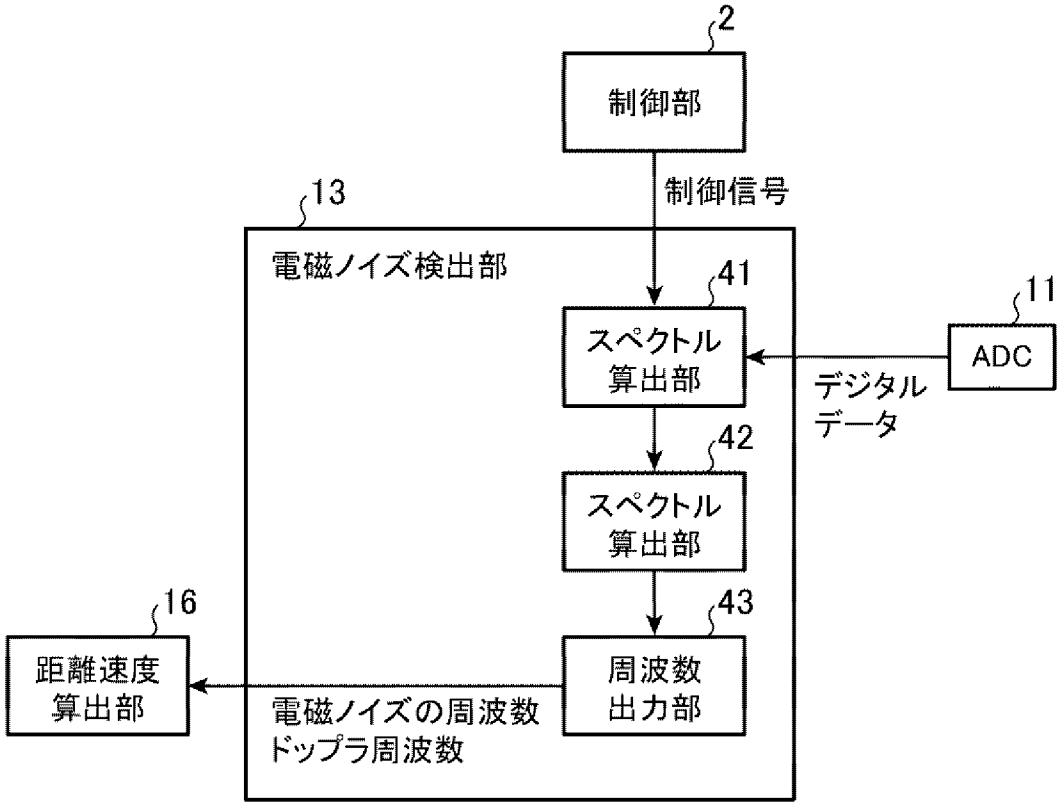
[図3]


31
メモリ
32
プロセッサ

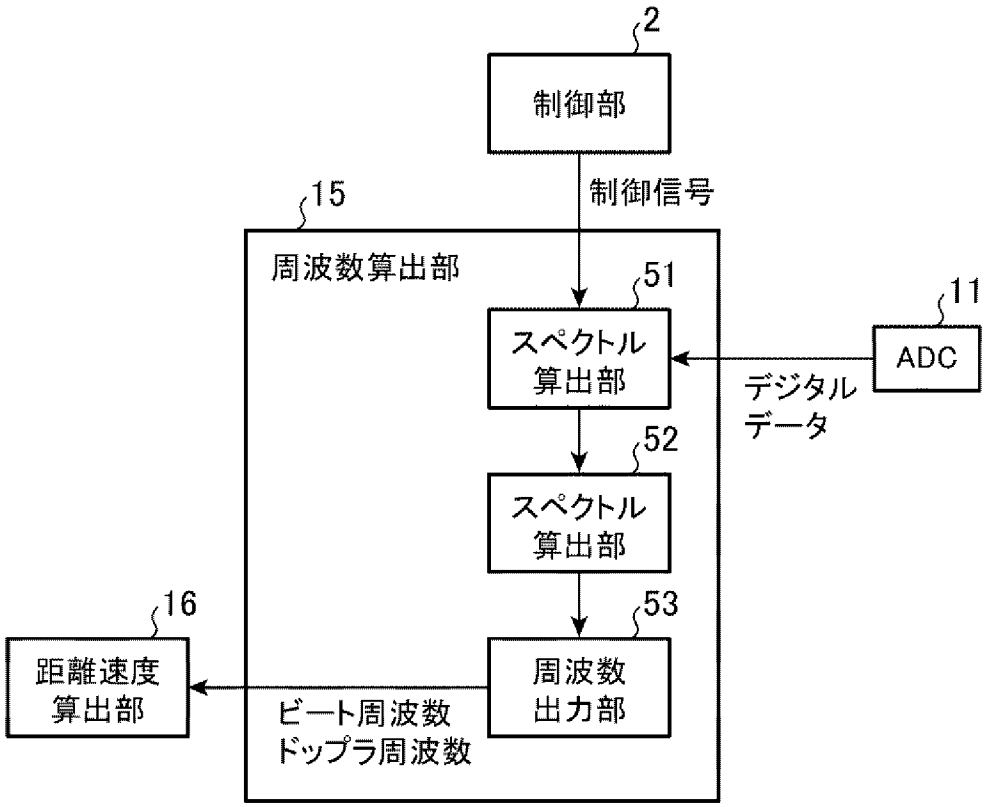
[図4]


開始
周波数算出部15が、観測対象までの
距離に対応するビート周波数と、
観測対象との相対速度に対応する
ドップラ周波数とを算出する
ST1
電磁ノイズ検出部13が、電磁ノイズの
周波数と、電磁ノイズの発生源との
相対速度に対応するドップラ周波数
とを算出する
ST2
距離速度算出部16が、観測対象までの
距離と、観測対象との相対速度とを
算出する
ST3
終了

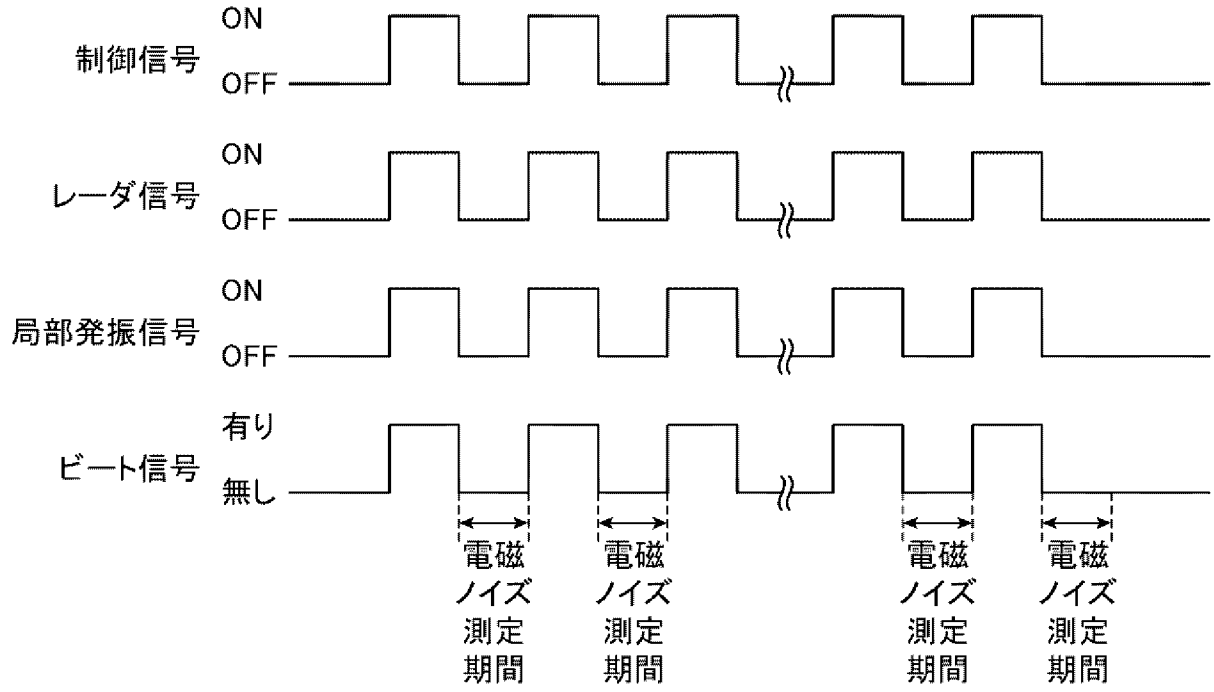
[図5]


2
制御部
制御信号
13
電磁ノイズ検出部
41
スペクトル
算出部
11
ADC
デジタル
データ
42
スペクトル
算出部
16
43
距離速度
算出部
周波数
出力部
電磁ノイズの周波数
ドップラ周波数

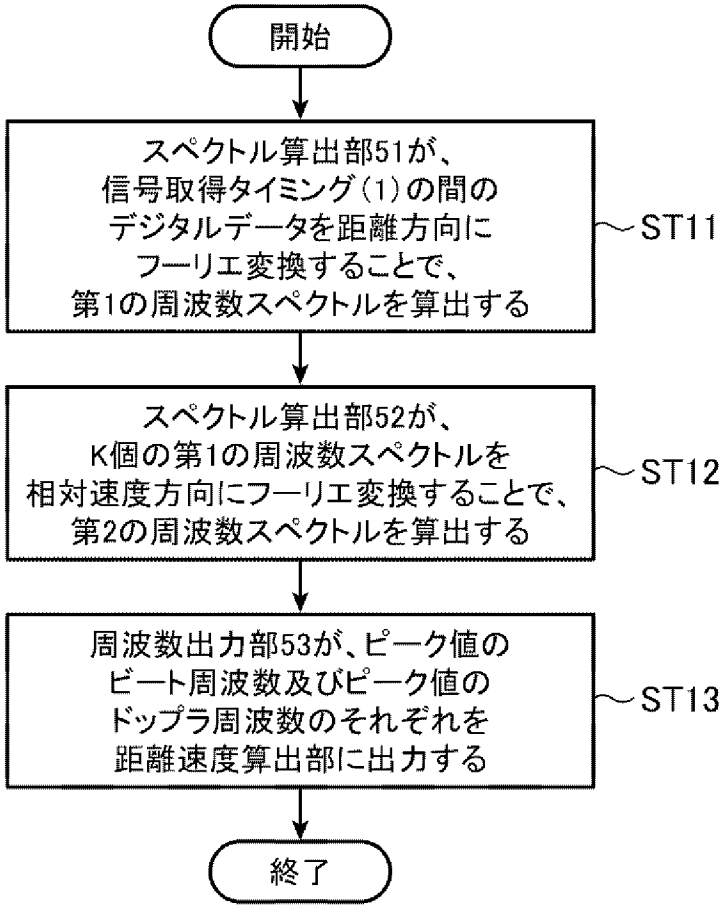
[図6]


2
制御部
制御信号
15
周波数算出部
51
スペクトル
算出部
11
ADC
デジタル
データ
52
スペクトル
算出部
16
53
距離速度
算出部
周波数
出力部
ビート周波数
ドップラ周波数

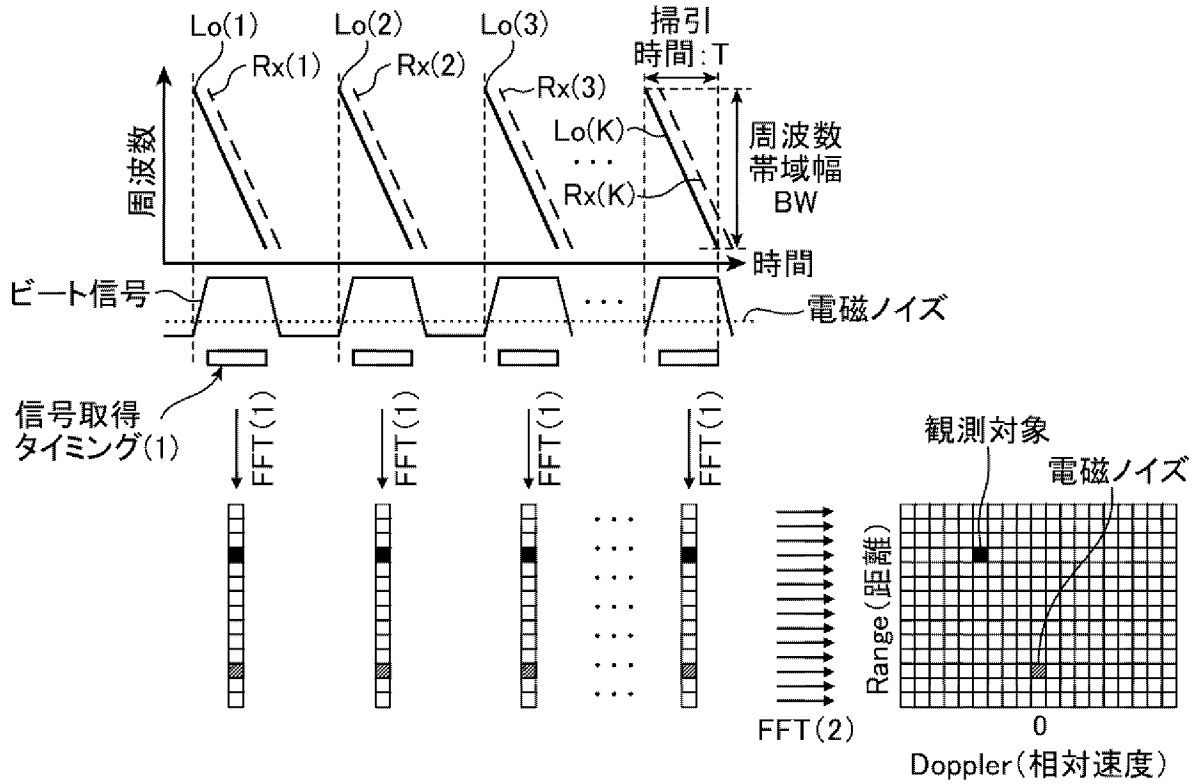
[図7]


制御信号
ON
OFF
レーダ信号
ON
OFF
局部発振信号
ON
OFF
ビート信号
有り
無し
電磁ノイズ測定期間
電磁ノイズ測定期間
電磁ノイズ測定期間
電磁ノイズ測定期間

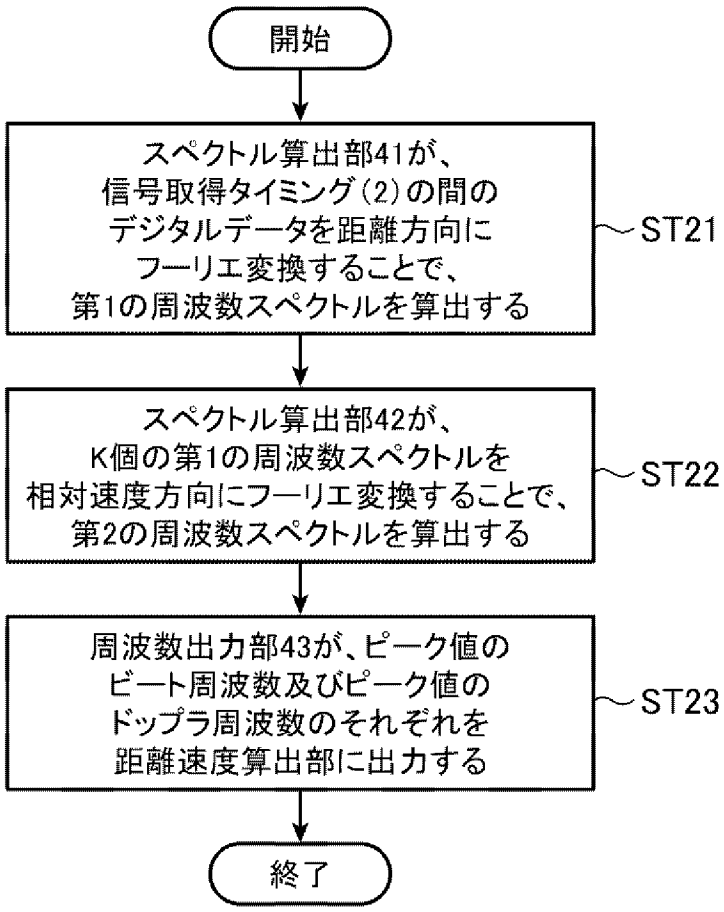
[図8]


開始
スペクトル算出部51が、信号取得タイミング(1)の間のデジタルデータを距離方向にフーリエ変換することで、第1の周波数スペクトルを算出する
ST11
スペクトル算出部52が、K個の第1の周波数スペクトルを相対速度方向にフーリエ変換することで、第2の周波数スペクトルを算出する
ST12
周波数出力部53が、ピーク値のビート周波数及びピーク値のドップラ周波数のそれぞれを距離速度算出部に出力する
ST13
終了

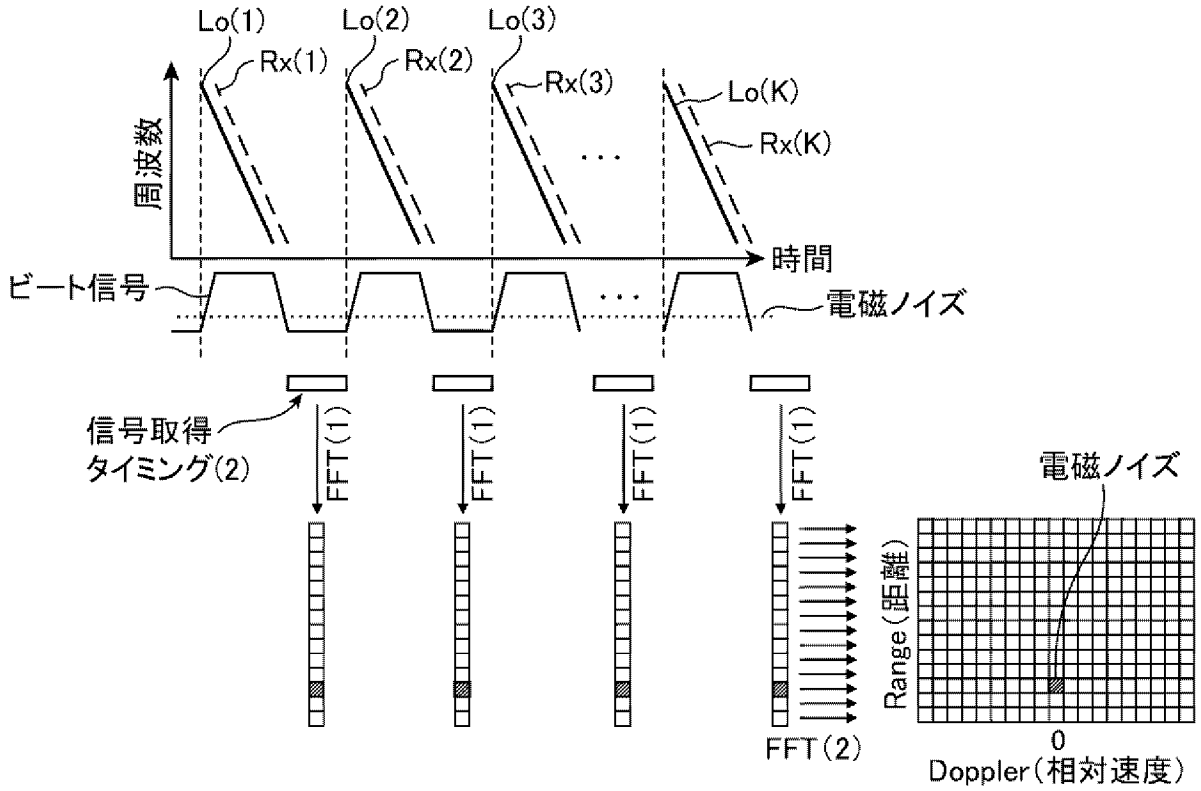
[図9]


Lo(1)
Lo(2)
Lo(3)
掃引
時間:T
Rx(1)
Rx(2)
Rx(3)
Lo(K)
Rx(K)
周波数
帯域幅
BW
周波数
時間
ビート信号
電磁ノイズ
信号取得
タイミング(1)
FFT(1)
FFT(2)
観測対象
電磁ノイズ
Range(距離)
0
Doppler(相対速度)

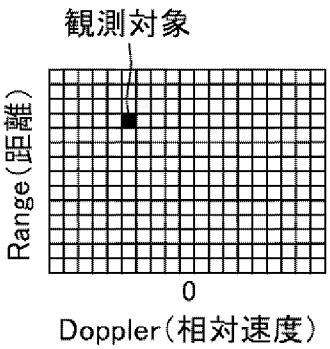
[図10]


開始
スペクトル算出部41が、
信号取得タイミング(2)の間の
デジタルデータを距離方向に
フーリエ変換することで、
第1の周波数スペクトルを算出する
ST21
スペクトル算出部42が、
K個の第1の周波数スペクトルを
相対速度方向にフーリエ変換することで、
第2の周波数スペクトルを算出する
ST22
周波数出力部43が、ピーク値の
ビート周波数及びピーク値の
ドップラ周波数のそれぞれを
距離速度算出部に出力する
ST23
終了

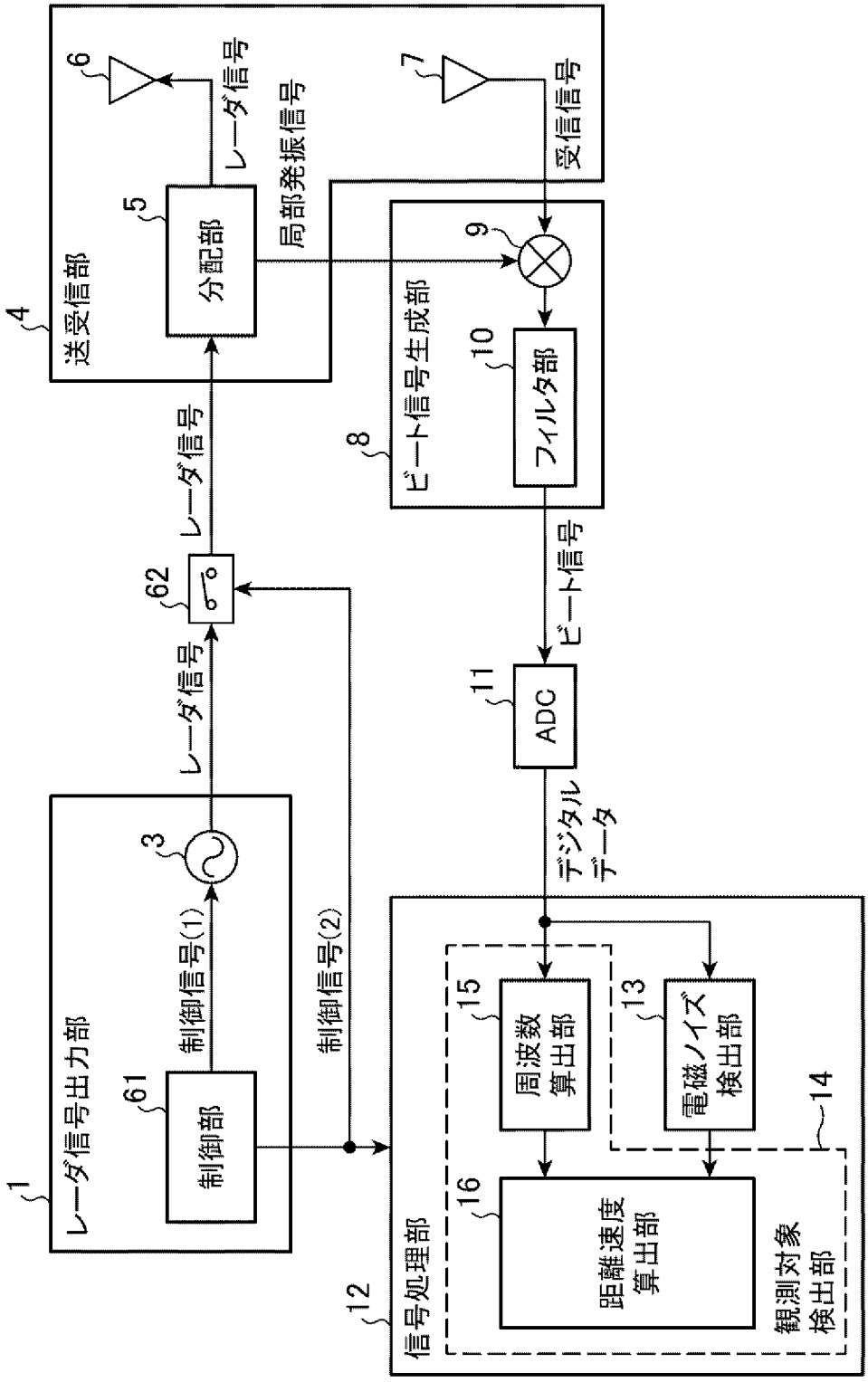
[図11]


Lo(1)
Lo(2)
Lo(3)
Rx(1)
Rx(2)
Rx(3)
Lo(K)
Rx(K)
周波数
時間
ビート信号
電磁ノイズ
信号取得
タイミング(2)
FFT(1)
FFT(2)
電磁ノイズ
Range(距離)
0
Doppler(相対速度)

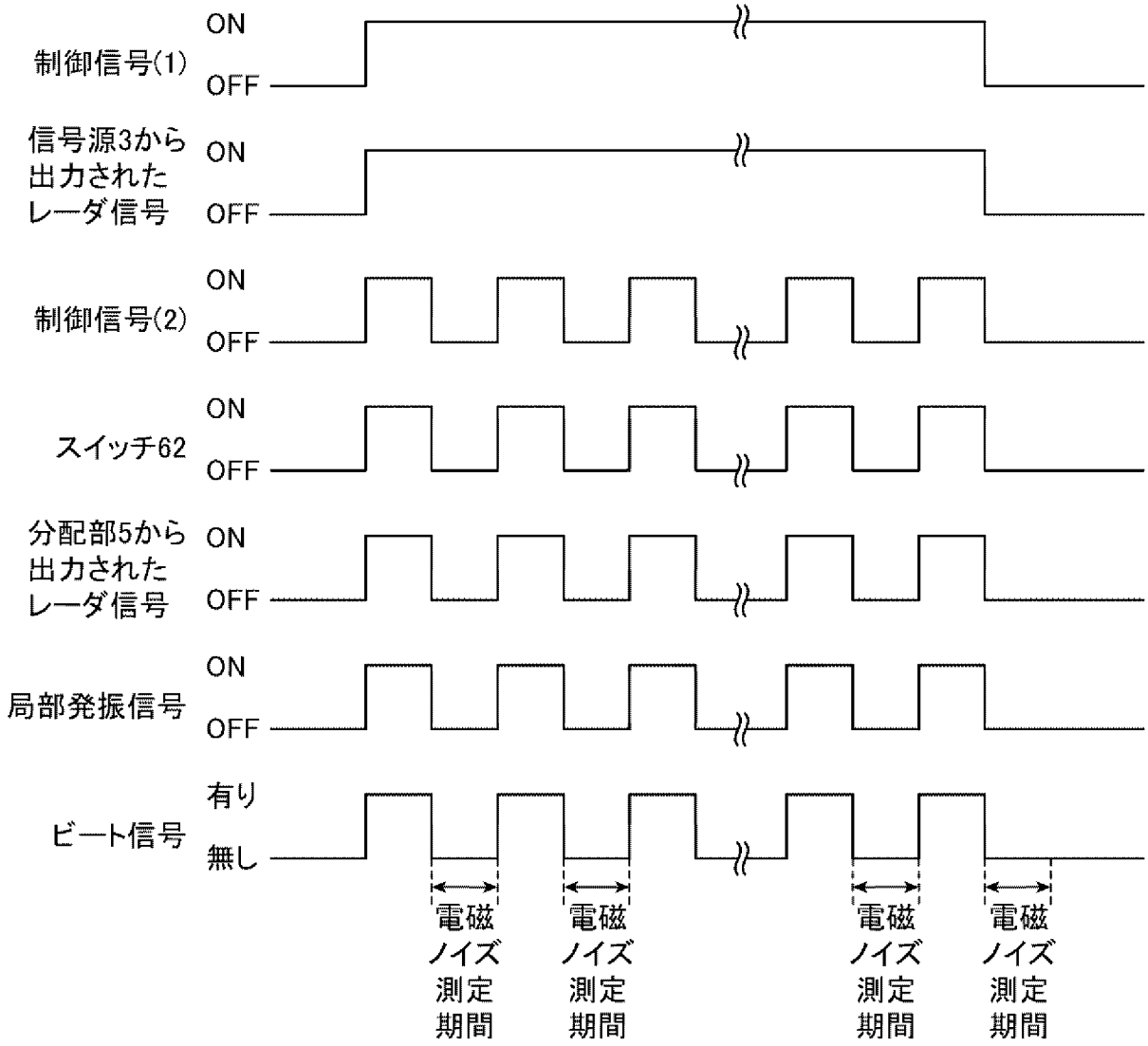
[図12]


観測対象
Range(距離)
0
Doppler(相対速度)

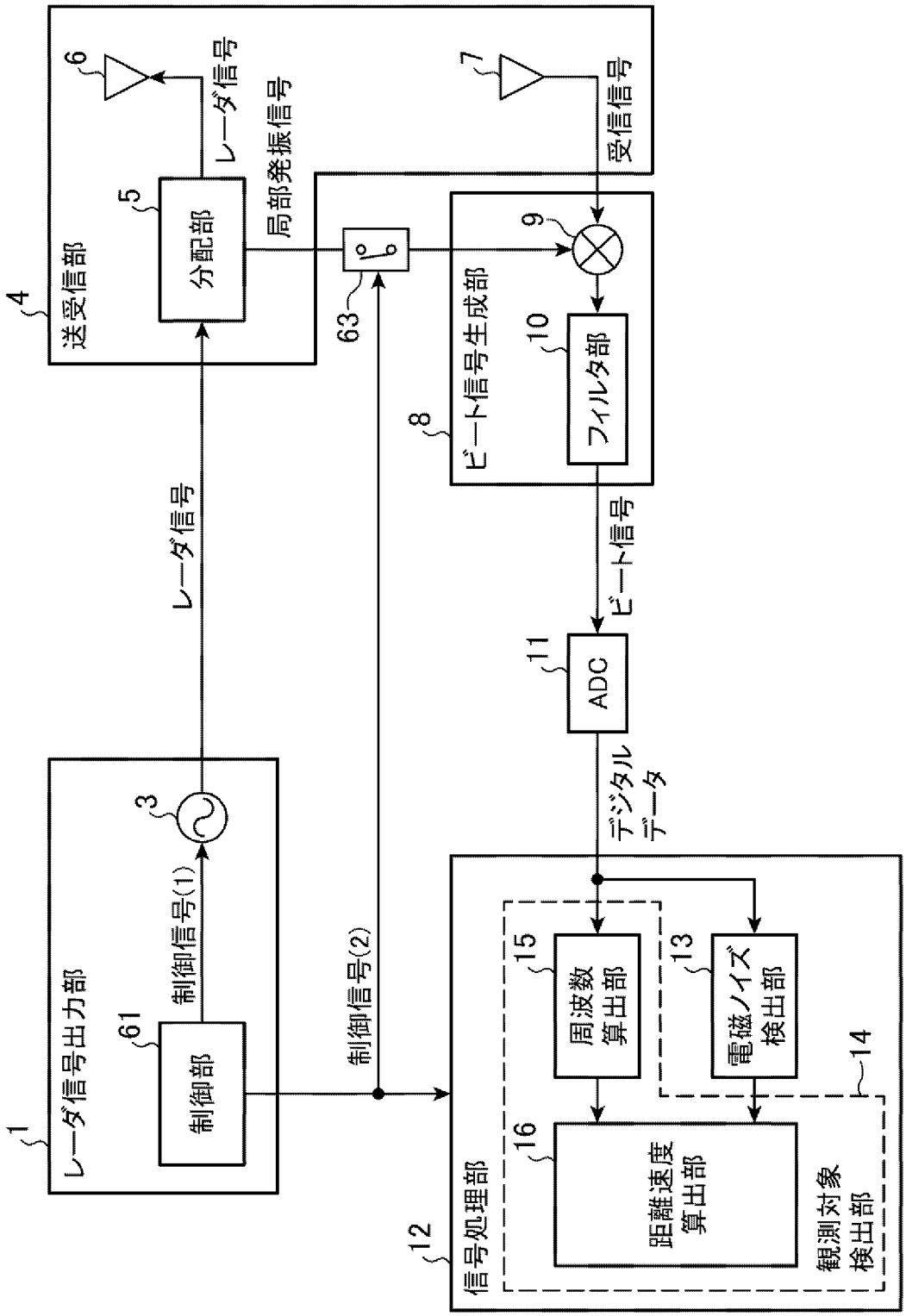
[図13]


1
レーダ信号出力部
61
制御部
制御信号(1)
3
レーダ信号
62
レーダ信号
制御信号(2)
4
送受信部
5
分配部
6
レーダ信号
局部発振信号
7
受信信号
8
ビート信号生成部
9
10
フィルタ部
ビート信号
11
ADC
デジタルデータ
12
信号処理部
15
周波数算出部
13
電磁ノイズ検出部
14
観測対象検出部
16
距離速度算出部

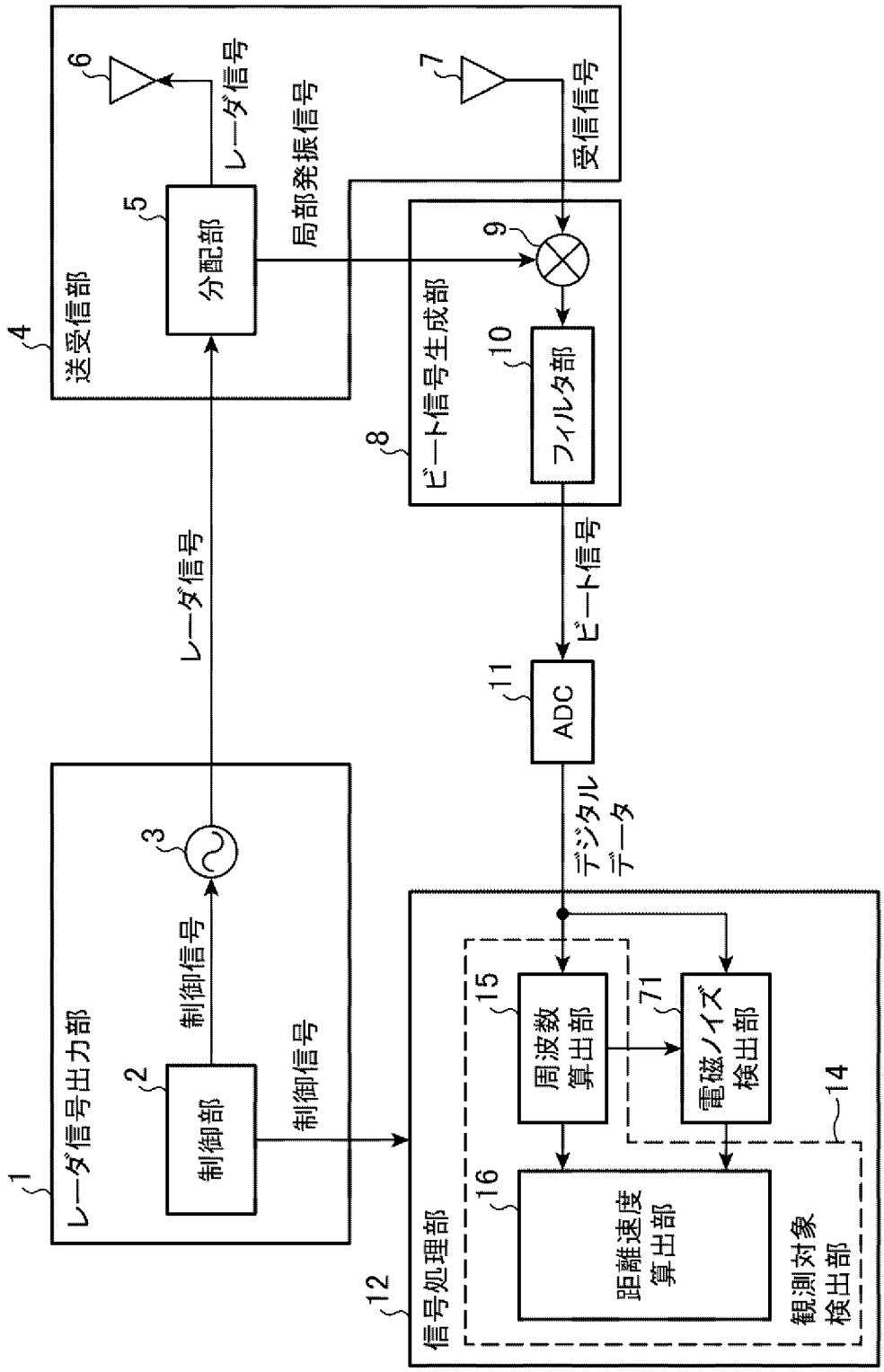
[図14]


制御信号(1)
ON
OFF
信号源3から出力されたレーダ信号
ON
OFF
制御信号(2)
ON
OFF
スイッチ62
ON
OFF
分配部5から出力されたレーダ信号
ON
OFF
局部発振信号
ON
OFF
ビート信号
有り
無し
電磁ノイズ測定期間
電磁ノイズ測定期間
電磁ノイズ測定期間
電磁ノイズ測定期間

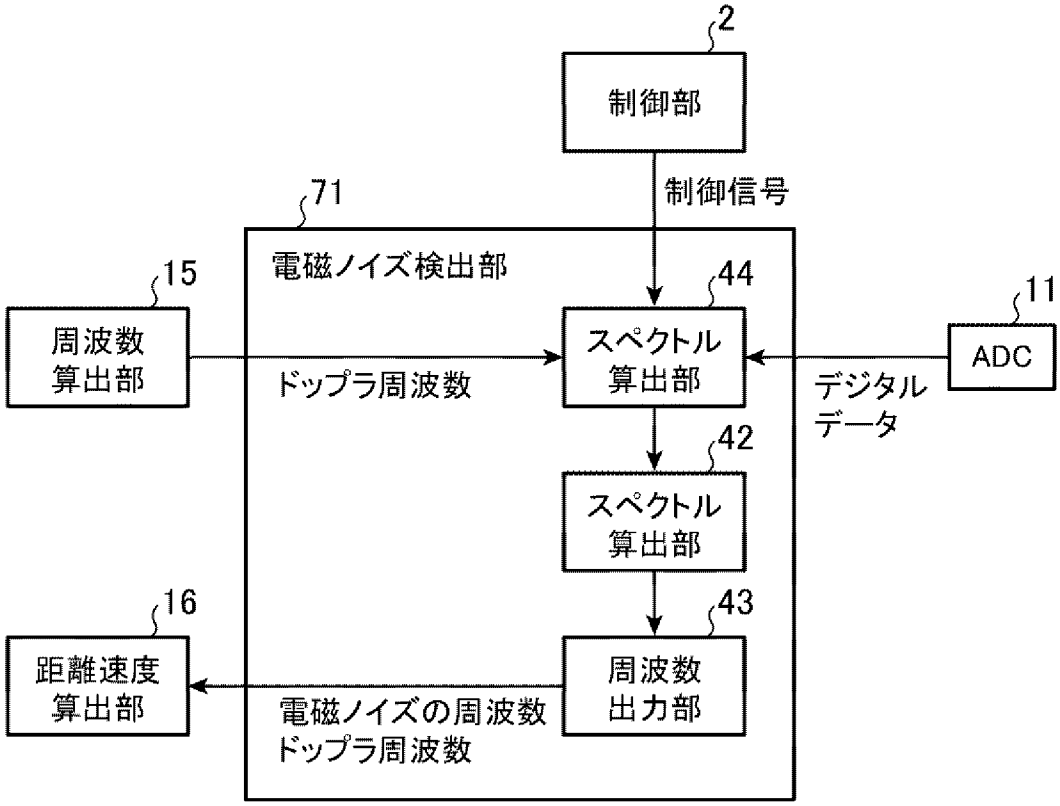
[図15]


1
レーダ信号出力部
61
制御部
制御信号(1)
3
レーダ信号
制御信号(2)
4
送受信部
5
分配部
6
レーダ信号
局部発振信号
63
7
受信信号
8
ビート信号生成部
9
10
フィルタ部
ビート信号
11
ADC
デジタルデータ
12
信号処理部
15
周波数算出部
13
電磁ノイズ検出部
14
観測対象検出部
16
距離速度算出部

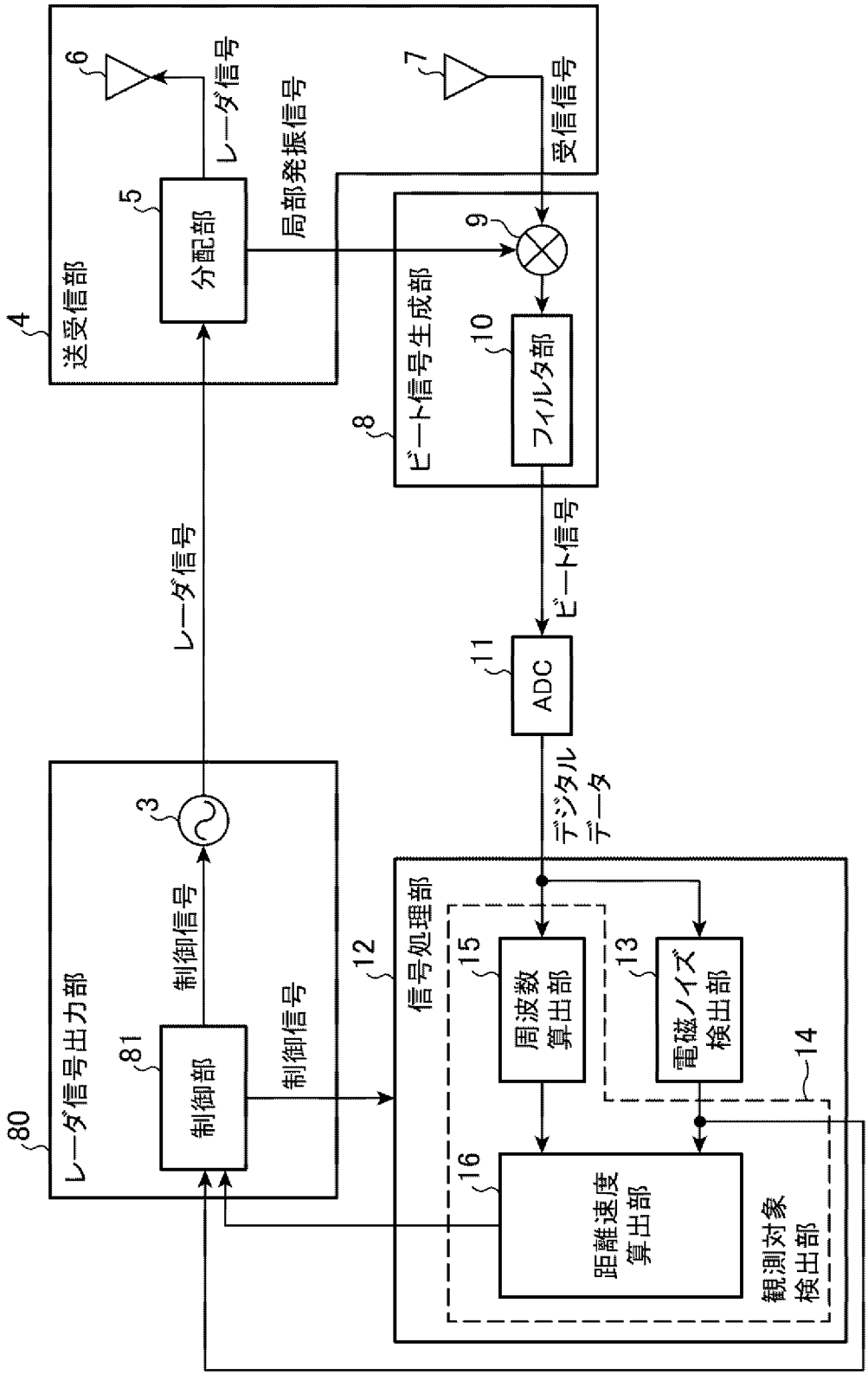
[図16]


1
レーダ信号出力部
2
制御部
3
制御信号
制御信号
レーダ信号
4
送受信部
5
分配部
6
レーダ信号
局部発振信号
7
受信信号
8
ビート信号生成部
9
10
フィルタ部
ビート信号
11
ADC
デジタル
データ
12
信号処理部
14
観測対象
検出部
15
周波数
算出部
71
電磁ノイズ
検出部
16
距離速度
算出部

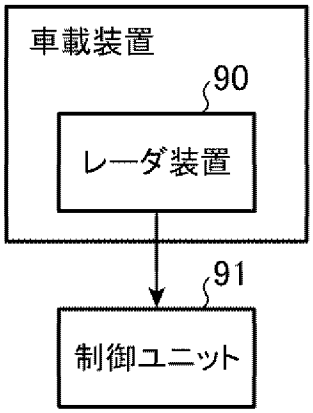
[図17]


2
制御部
制御信号
71
電磁ノイズ検出部
15
周波数
算出部
ドップラ周波数
44
スペクトル
算出部
11
ADC
デジタル
データ
42
スペクトル
算出部
16
距離速度
算出部
43
周波数
出力部
電磁ノイズの周波数
ドップラ周波数

[図18]


6
レーダ信号
7
受信信号
5
分配部
局部発振信号
9
4
送受信部
ビート信号生成部
10
フィルタ部
8
レーダ信号
ビート信号
11
ADC
デジタルデータ
3
信号処理部
12
15
周波数算出部
13
電磁ノイズ検出部
制御信号
制御信号
81
制御部
14
80
レーダ信号出力部
16
距離速度算出部
観測対象検出部

[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/004877

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. G01S13/34(2006.01)i, G01S13/58(2006.01)i, G01S13/93(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int. Cl. G01S7/00-7/42, G01S13/00-13/95

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2013-96903 A (DENSO CORPORATION) 20 May 2013, paragraphs [0028]-[0037], [0064]-[0075], fig. 1, 4, 5 & US 2013/0106646 A1, paragraphs [0038]-[0064], [0126]-[0154], fig. 1, 4, 5 & DE 102012219765 A1 & CN 103091672 A	1-2, 9-10 4 3, 5-8
Y A	JP 10-253750 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 25 September 1998, paragraphs [0024]-[0027], fig. 1 (Family: none)	4 3, 5-8
A	JP 2011-237268 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 24 November 2011, paragraphs [0014]-[0025], fig. 2, 3 (Family: none)	3, 5-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
10.04.2019	23.04.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/004877

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-64502 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 05 March 1999, paragraphs [0002]-[0021], fig. 17, 18 (Family: none)	3, 5-8
A	US 2012/0146845 A1 (CHEN, Howard) 14 June 2012, paragraphs [0015]-[0036], fig. 1 (Family: none)	3, 5-8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／００４８７７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01S13/34(2006.01)i, G01S13/58(2006.01)i, G01S13/93(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01S7/00-7/42, G01S13/00-13/95

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y A	JP 2013-96903 A (株式会社デンソー) 2013.05.20, 段落 [0028]-[0037], [0064]-[0075], 図 1, 図 4-5 & US 2013/0106646 A1, 段落 [0038]-[0064], [0126]-[0154], 図 1, 図 4-5 & DE 102012219765 A1 & CN 103091672 A	1-2, 9-10 4 3, 5-8
Y A	JP 10-253750 A (三菱電機株式会社) 1998.09.25, 段落 [0024]-[0027], 図 1 (ファミリーなし)	4 3, 5-8

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１０．０４．２０１９	２３．０４．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｓ　３０１４
藤田　都志行
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２１６

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2011-237268 A (三菱電機株式会社) 2011.11.24, 段落 [0014]-[0025], 図 2-3 (ファミリーなし)	3, 5-8
A	JP 11-64502 A (三菱電機株式会社) 1999.03.05, 段落 [0002]-[0021], 図 17-18 (ファミリーなし)	3, 5-8
A	US 2012/0146845 A1 (CHEN, Howard) 2012.06.14, 段落 [0015]-[0036], 図 1 (ファミリーなし)	3, 5-8