

(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
2018年10月4日(04.10.2018)



(10) 国際公開番号

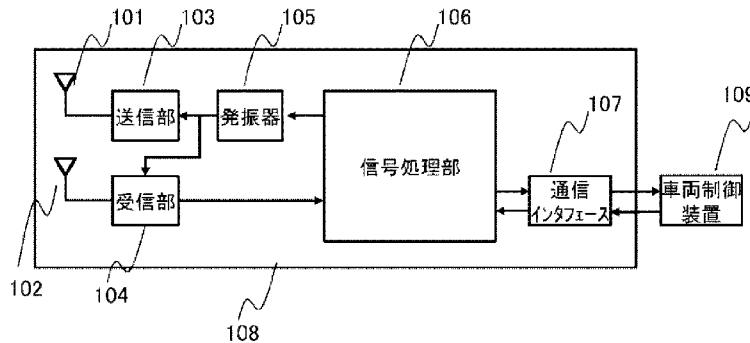
WO 2018/180584 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 7/36 (2006.01) *G01S 13/93* (2006.01)
G01S 13/34 (2006.01) *G08G 1/16* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/010417
- (22) 国際出願日: 2018年3月16日(16.03.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-067876 2017年3月30日(30.03.2017) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 北山 晃(KITAYAMA Akira); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).
黒田 浩司(KURODA Hiroshi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 戸田 裕二(TODA Yuji); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式会社日立製作所内 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,

(54) Title: RADAR DEVICE

(54) 発明の名称: レーダ装置

図 1



- 103 Transmission unit
104 Reception unit
105 Oscillator
106 Signal processing unit
107 Communication interface
109 Vehicle control device

(57) **Abstract:** The present invention realizes stable operation of a radar device even if there is radio wave interference between multiple radar devices. A radar device 108 is provided with the following: an oscillator 105 that generates a modulated signal that has undergone frequency modulation; a transmission unit 103 that emits a transmission signal that has undergone frequency modulation during a prescribed modulation operation period using the modulated signal generated by the oscillator 105; a reception unit 104 that receives a reception signal which is the transmission signal that has been reflected off of an object in the area; and a signal processing unit 106. The signal processing unit 106 is provided with: an object information calculation unit that calculates information of an object on the basis of the reception signal; an interference state analysis unit that measures a surrounding radio wave interference state, from a prescribed minimum frequency F_{min} to a maximum frequency F_{max} , during a search modulation operation period that does not overlap the modulation operation period; and a band selection unit that selects a frequency band of the transmission signal on the basis

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, 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)）

of the radio wave interference state measured by the interference state analysis unit.

(57) 要約：本発明は、多数のレーダ装置による電波干渉が生じている場合でも、安定したレーダ装置の動作を実現する。レーダ装置 108 は、周波数変調された変調信号を発生する発振器 105 と、発振器 105 で発生された変調信号を用いて所定の変調動作期間中に周波数変調された送信信号を放射する送信部 103 と、送信信号が周囲の物体で反射された受信信号を受信する受信部 104 と、信号処理部 106 とを備える。信号処理部 106 は、受信信号に基づいて物体の情報を算出する物体情報算出部と、変調動作期間とは重複しない探索変調動作期間中に、所定の最小周波数 F_{min} から最大周波数 F_{max} までの間で周囲の電波干渉状況を計測する干渉状況解析部と、干渉状況解析部により計測された電波干渉状況に基づいて送信信号の周波数帯域を選択する帯域選択部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：レーダ装置

技術分野

[0001] 本発明は、レーダ装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、自動車の自動運転や運転支援システムにおいて利用するために、自動車に搭載されて周囲の障害物等の物体を検出するレーダ装置が知られている。こうしたレーダ装置は一般に、ミリ波帯（77GHz、79GHz）や準ミリ波帯（24GHz）といった直線性に優れる周波数帯の電波を、FMCW（Frequency Modulated Continuous Wave）変調や多周波CW変調などの変調方式で変調して放射する。そして、放射した電波による周辺物体からの反射波を受信して信号処理することで、レーダ装置に対する周辺物体の相対的な距離、速度、方向（角度）を算出する。この信号処理では、受信した反射波をFFT（Fast Fourier Transform）処理することで周波数成分に分解して、スペクトラムのピーク値が所定の信号対雑音比（SNR：Signal to Noise Ratio）の値以上であれば、周辺物体として検知する。したがって、検知率の向上および誤検知の抑制には、雑音レベルを低下させて信号強度を増加させることが必要となる。

[0003] しかし、今後自動車へ搭載されるレーダ装置の普及が進むにつれて、他車両からの電波干渉の増加が予想される。すなわち、自動車用のレーダ装置では、本来の受信信号だけでなく、他車両のレーダ装置から放射された電波が周辺物体で反射された反射波を受信したり、他車両のレーダ装置から放射された電波を直接受信したりする確率が高くなる。特に、自車両が他車両と接近して併走または追従走行している場合や、渋滞等により多くの車両が数メートル以内の範囲に密集しているような場合などでは、他車両からの電波干渉を受ける確率が高くなる。

[0004] 一般的に、FMCW変調や多周波CW変調等の変調方式を用いるレーダ装

置が、他の同様な変調方式のレーダ装置からの電波干渉を受けた場合には、受信波形の乱れが発生してFFT処理結果の雑音レベルが上昇することが知られている。さらに、他車両のレーダ装置の変調波形が自車両のレーダ装置の変調波形に近い場合は、雑音レベルの増大だけでなく、他車両のレーダ装置からの受信信号を周辺物体として誤認識することも考えられる。

そこで、このような状況を回避する技術が考案されている。特許文献1には、電波干渉を検知した場合に、送信波で使用する周波数を他の周波数に変更する車載レーダ装置の技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2015-224899号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1に開示された技術では、変更後の送信波の周波数として、予め定められた周波数やランダムに選択した周波数を使用する。したがって、自車両の周囲に周波数が異なる多数のレーダ装置が存在しているような状況では、変更後の周波数でも電波干渉が生じている場合がある。このような場合には、周波数の変更を繰り返すこととなるため、安定したレーダ装置の動作を行うことができない。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明によるレーダ装置は、周波数変調された変調信号を発生する発振部と、前記変調信号を用いて所定の変調動作期間中に周波数変調された送信信号を放射する送信部と、前記送信信号が周囲の物体で反射された受信信号を受信する受信部と、前記受信信号に基づいて前記物体の情報を算出する物体情報算出部と、前記変調動作期間とは重複しない探索変調動作期間中に、所定の最小周波数から最大周波数までの間で周囲の電波干渉状況を計測する干渉状況解析部と、前記干渉状況解析部により計測された前記電波干渉状況に

基づいて前記送信信号の周波数帯域を選択する帯域選択部と、を備える。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、多数のレーダ装置による電波干渉が生じている場合でも、安定したレーダ装置の動作を実現できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の一実施形態に係るレーダ装置の構成を示す図である。

[図2]本発明の一実施形態に係る信号処理部の機能構成を示す図である。

[図3]本発明の一実施形態に係る信号処理部が実行する処理のフローチャートである。

[図4]変調信号の例を示す図である。

[図5]探索変調信号と探索受信信号の例を示す図である。

[図6]探索変調信号と探索受信信号の例を示す図である。

[図7]探索変調信号と探索受信信号の例を示す図である。

[図8]本発明の第1の実施形態における周波数探索処理のフローチャートである。

[図9]周波数探索処理における処理単位の周波数帯域と処理順序の例を示す図である。

[図10]周波数探索処理における処理単位の周波数帯域と処理順序の例を示す図である。

[図11]周波数探索処理における処理単位の周波数帯域と処理順序の例を示す図である。

[図12]探索受信信号のFFT処理結果および雑音レベルの例を示す図である。

[図13]帯域選択処理のフローチャートである。

[図14]レーダ装置の全体動作を説明する図である。

[図15]本発明の第2の実施形態における周波数探索処理のフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面に従って本発明の実施の形態について説明する。

[0011] (第1の実施形態)

図1は、本発明の一実施形態に係るレーダ装置108の構成を示す図である。レーダ装置108は、自動車等の車両に搭載されて車両周囲の物体を検知すると共に、車両周囲の電波干渉状況を計測するために使用されるものであり、送信アンテナ101、受信アンテナ102、送信部103、受信部104、発振器105、信号処理部106、および通信インタフェース107を備える。レーダ装置108は、車両内に設けられた車両制御装置109に接続されている。

[0012] 発振器105は、周波数変調された変調信号を発生し、送信部103および受信部104に供給する。発振器105には、たとえばVCO (Voltage Controlled Oscillator) や通倍器等を含んで構成されたPLL (Phase Locked Loop) が用いられる。発振器105が出力する変調信号の周波数、または変調信号の周波数を所定の比率で分周した周波数は、信号処理部106により制御(変調)されている。なお、発振器105は、車両周囲の物体を検知する際と、車両周囲の電波干渉状況を計測する際とでは、異なる方法で変調信号を生成する。この点については、後で詳しく説明する。

[0013] 送信部103は、車両周囲の物体を検知する際に、発振器105からの変調信号を電力増幅することで、周波数変調された送信信号を送信アンテナ101へ出力する。この送信信号は、送信アンテナ101を介して、車両の周囲、たとえば車両前方に向けた電波として放射される。以下では、送信アンテナ101から周波数変調された送信信号が放射される期間を「変調動作期間」と称する。なお、送信部103は、車両周囲の電波干渉状況を計測する際には送信信号の放射を行わないようにする。このとき、送信部103の動作を停止させてもよいし、発振器105から送信部103に変調信号を出力しないようにしてもよい。

[0014] 受信部104は、車両周囲の物体を検知する際には、変調動作期間中に送信部103から送信アンテナ101を介して放射された送信信号が車両周囲

の物体で反射されて受信アンテナ１０２に入力されることで得られた信号を受信する。以下では、こうして送信部１０３からの送信信号に応じて受信部１０４が受信する信号を「受信信号」と称する。そして、受信信号を発振器１０５からの変調信号とミキシングすることで、これらの信号の周波数差に応じたビート信号を生成し、周波数ダウンコンバートを行う。受信部１０４で生成されたビート信号は、不図示の帯域制限フィルタを通して不要周波数がカットされた後、信号処理部１０６に入力される。

[0015] 信号処理部１０６は、車両周囲の物体を検知する際には、変調動作期間中に送信部１０３が送信信号を放射するための変調信号を発振器１０５に発生させる。そして、受信部１０４からのビート信号をＡＤ変換したデジタルデータを入力し、このデジタルデータに基づいて車両周囲の物体を検知するための信号処理を行う。以下では、信号処理部１０６がこうした信号処理を行う期間を「信号処理期間」と称する。

[0016] また、信号処理部１０６は、車両周囲の電波干渉状況を計測する際には、送信部１０３が送信信号を放射するための変調信号とは異なる方法で、車両周囲の電波干渉状況を計測して干渉の少ない周波数帯域を探索するための変調信号を発振器１０５に発生させる。そして、この変調信号を用いて受信部１０４が受信した信号に基づいて、車両周囲の電波干渉状況を計測し、以降の送信信号の周波数帯域を選択する。このとき受信部１０４は、受信信号を受信するときと同様に、受信アンテナ１０２を介して入力された信号を発振器１０５からの変調信号とミキシングすることで、これらの信号の周波数差に応じたビート信号を生成し、不図示の帯域制限フィルタを通して信号処理部１０６に出力する。信号処理部１０６は、受信部１０４からのビート信号をＡＤ変換したデジタルデータを入力し、このデジタルデータに基づいて、電波干渉状況の計測および周波数帯域の選択を行うための信号処理を行う。以下では、このときに発振器１０５が発生する変調信号を「探索変調信号」、受信部１０４が受信する信号を「探索受信信号」とそれぞれ称する。また、発振器１０５が探索変調信号を発生する期間を「探索変調動作期間」、信

号処理部１０６が上記の信号処理を行う期間を「周波数探索処理期間」とそれぞれ称する。

[0017] レーダ装置１０８では、上記の変調動作期間、信号処理期間、探索変調動作期間および周波数探索処理期間のセット（以下「フレーム」と称する）が一定周期ごとに繰り返される。なお、上記の変調動作期間と信号処理期間とは、同一フレーム内で互いに重複しない別々の期間としてもよいし、その一部または全部が重複していてもよい。同様に、探索変調動作期間と周波数探索処理期間、および信号処理期間と探索変調動作期間についても、同一フレーム内で互いに重複しない別々の期間としてもよいし、その一部または全部が重複していてもよい。さらに、連続する２つのフレーム間で周波数探索処理期間と変調動作期間の一部または全部が重複していてもよい。少なくとも変調動作期間と探索変調動作期間とが重複しなければ、これらの期間を任意に設定することができる。

[0018] 通信インタフェース１０７は、レーダ装置１０８と車両制御装置１０９の間で入出力される通信信号のインタフェース処理を行う。この通信インタフェース１０７が行うインタフェース処理により、信号処理部１０６の信号処理結果が車両制御装置１０９に送信されると共に、車両制御装置１０９から送信された各種の制御用データが信号処理部１０６に入力される。

[0019] 図２は、本発明の一実施形態に係る信号処理部１０６の機能構成を示す図である。信号処理部１０６は、その機能として、ＦＦＴ処理部１１０、デマルチプレクサ１１１、物体情報算出部１１２、干渉状況解析部１１３、帯域選択部１１４、および探索変調制御部１１５を備える。信号処理部１０６は、たとえばＣＰＵ、ＲＯＭ、ＲＡＭ等を用いて構成されており、ＲＯＭに記憶されたプログラムをＣＰＵで実行することにより、これらの機能を実現する。なお、信号処理部１０６の各機能をＦＰＧＡ等のハードウェアで実現してもよい。

[0020] ＦＦＴ処理部１１０には、受信部１０４から出力されてＡＤ変換されたビート信号のデジタルデータが入力される。ＦＦＴ処理部１１０は、入力され

たビート信号のデジタルデータに基づいて高速フーリエ変換（FFT）を行うことで、ビート信号を周波数成分に分解した信号波形を求める。FFT処理部110により求められた信号波形の情報、すなわち受信信号または探索受信信号のスペクトル情報は、デマルチプレクサ111を介して物体情報算出部112または干渉状況解析部113に出力される。

[0021] デマルチプレクサ111は、信号処理部106の動作状態に応じて、FFT処理部110で求められた周波数成分ごとの信号強度情報の出力先を切り替える。具体的には、信号処理部106が車両周囲の物体を検知するための信号処理を行う信号処理期間では、FFT処理部110で求められた受信信号のスペクトル情報が物体情報算出部112に出力されるように、デマルチプレクサ111の出力先を切り替える。一方、信号処理部106が車両周囲の電波干渉状況を計測して干渉の少ない周波数帯域を探索するための処理を行う周波数探索処理期間では、FFT処理部110で求められた探索受信信号のスペクトル情報が干渉状況解析部113に出力されるように、デマルチプレクサ111の出力先を切り替える。

[0022] 物体情報算出部112は、FFT処理部110から出力された受信信号のスペクトル情報に基づいて、車両周囲の物体を検知し、物体情報を算出する。具体的には、受信信号のスペクトル情報から車両周囲の物体を表す信号の周波数を特定し、角度推定処理、トラッキング処理等を行うことで、レーダ装置108に対する物体の相対的な距離、速度、角度等を表す物体情報を算出する。物体情報算出部112において算出された物体情報は、通信インターフェース107を通じて車両制御装置109へと送信される。

[0023] 干渉状況解析部113は、FFT処理部110から出力された探索受信信号のスペクトル情報に基づいて、車両周囲の電波干渉状況を計測する。具体的には、探索受信信号のスペクトル情報に基づいて、所定の周波数帯域ごとに探索受信信号の雑音レベルを計測することで、車両周囲の電波干渉状況を計測する。干渉状況解析部113による電波干渉状況の計測結果は、帯域選択部114に出力される。

[0024] 帯域選択部 114 は、干渉状況解析部 113 から出力された電波干渉状況の計測結果に基づいて、送信信号の周波数帯域を選択する。具体的には、電波干渉状況の計測結果において雑音レベルが小さい周波数帯域を干渉の少ない周波数帯域として探索し、その周波数帯域を以降での送信信号の周波数帯域として選択する。そして、選択した周波数帯域に応じた制御信号を発振器 105 に出力し、次フレーム以降での変調動作期間における変調信号の周波数制御に用いる。

[0025] 探索変調制御部 115 は、探索変調動作期間における発振器 105 の制御を行う。具体的には、所定の探索変調信号に応じた制御信号を探索変調動作期間中に発振器 105 に出力することで、発振器 105 が探索変調信号を生成するように制御する。この探索変調信号は、レーダ装置 108 が使用可能な周波数範囲の中で、所定の最小周波数から最大周波数までの間で周波数掃引した変調信号であるが、詳細は後で説明する。

[0026] なお、図 1 で説明したレーダ装置 108 の構成や、図 2 で説明した信号処理部 106 の機能構成は、あくまで一例である。本発明の内容は、これらの構成に限定されるものではなく、他の構成を有するレーダ装置全般に適用可能である。たとえば、送信アンテナ 101 や受信アンテナ 102 をそれぞれ複数ずつ備えてもよいし、FFT 処理部 110 を信号処理部 106 とは別のハードウェアで実現してもよい。

[0027] 次に、信号処理部 106 が実施する処理の詳細について説明する。図 3 は、本発明の一実施形態に係る信号処理部 106 が実行する処理のフローチャートである。信号処理部 106 は、たとえば CPU で実行されるプログラムにより、図 3 のフローチャートに示す処理を実現する。

[0028] ステップ S110 において、信号処理部 106 は、レーダ装置 108 における各種パラメータの初期設定を行う。ここでは、発振器 105 が変調動作期間において発生する変調信号に対する変調設定パラメータ、信号処理部 106 が信号処理期間において実行する信号処理に対する信号処理設定パラメータ、発振器 105 が探索変調動作期間において発生する探索変調信号に対

する探索設定パラメータ、信号処理部 106 が周波数探索処理期間において実行する信号処理に対する探索処理設定パラメータなどの初期値を設定する。これらのパラメータの初期値は、レーダ装置 108 において予め記憶されたものを用いてもよいし、直前に使用されていた値を用いてもよい。

[0029] ステップ S 120 において、信号処理部 106 は、発振器 105 および送信部 103 を制御して、周波数変調された送信信号を送信アンテナ 101 から車両周囲に向けて放射する。このとき信号処理部 106 は、ステップ S 110 で初期設定された変調設定パラメータを用いて、発振器 105 が発生する変調信号の周波数を制御し、送信信号の周波数帯域を決定する。

[0030] 図 4 は、図 3 のステップ S 120 において発振器 105 が発生する変調信号の例を示す図である。図 4 (a) は、周波数 F_{m_min} の変調信号と周波数 F_{m_max} の変調信号とを一定の周期で繰り返し出力する 2 周波 CW 変調の例である。図 4 (b)、(c)、(d) は、所定の範囲内で周波数を連続的に変化させて変調信号を出力する FMCW 変調の例である。

図 4 (b) では、周波数 F_{m_min} から周波数 F_{m_max} まで連続的に周波数を上昇させた変調信号を、周期 T_{period} ごとに繰り返し出力する例を示している。図 4 (c) では、周波数 F_{m_min} から周波数 F_{m_max} まで連続的に周波数を上昇させ、その後反対に周波数 F_{m_max} から周波数 F_{m_min} まで連続的に周波数を低下させた変調信号を、周期 T_{period} ごとに繰り返し出力する例を示している。図 4 (d) では、途中で変調信号の波形を変化させた例を示している。具体的には、周波数 F_{m2_min} から周波数 F_{m2_max} まで連続的に周波数を上昇させ、周波数 F_{m2_max} から周波数 F_{m2_min} まで連続的に周波数を低下させた変調信号を、周期 $T_{period1}$ ごとに繰り返し出力する。その後、周波数 F_{m1_min} から周波数 F_{m1_max} まで連続的に周波数を上昇させた変調信号を、周期 $T_{period2}$ ごとに繰り返し出力する。

[0031] 信号処理部 106 は、変調設定パラメータに応じて発振器 105 を制御することで、図 4 に例示したような変調信号を発振器 105 に発生させる。なお、変調信号は図 4 に例示したものに限らず、これ以外にも様々な波形の変

調信号を発振器 105 から発生することができる。

- [0032] 図3の説明に戻ると、ステップS130において、信号処理部106は、ステップS120で放射された送信信号が車両周囲の物体で反射された受信信号に応じて受信部104から出力されたビート信号のデジタルデータを用いて、車両周囲の物体を検知するための信号処理を行う。ここでは、信号処理部106は、まずFFT処理部110においてFFT処理を行うことで受信信号のスペクトル情報を取得する。続いて物体情報算出部112において、ステップS110で初期設定された信号処理設定パラメータを用いて、受信信号のスペクトル情報から車両周囲の物体を検知し、その物体の相対的な距離、速度、角度等を物体情報として算出する。
- [0033] ステップS140において、信号処理部106は、ステップS120で算出した物体情報を、通信インタフェース107を介して車両制御装置109に送信する。
- [0034] ステップS150において、信号処理部106は、発振器105を制御して探索変調信号を発生させる探索変調動作を行う。このとき信号処理部106は、探索変調制御部115により、ステップS110で初期設定された探索設定パラメータを用いて、発振器105が発生する探索変調信号の周波数を制御する。これに応じて発振器105が発生した探索変調信号は、受信部104において探索受信信号の受信に用いられる。
- [0035] 図5、6および7は、図3のステップS150において発振器105が発生する探索変調信号とそれによって受信される探索受信信号の例を示す図である。図5は、所定の最小周波数 F_{min} から所定の最大周波数 F_{max} までの間を連続的に周波数掃引した探索変調信号と、この探索変調信号に応じて受信される探索受信信号の例を示している。図5に示すように、探索変調信号が所定の変調傾きで最小周波数 F_{min} から最大周波数 F_{max} まで変化する期間を探索変調動作期間501とすると、この探索変調動作期間501において探索変調信号に応じた探索受信信号が受信部104で受信され、AD変換された後に信号処理部106に入力される。

[0036] 上記の最小周波数 F_{min} および最大周波数 F_{max} は、レーダ装置 108 が利用可能な周波数帯域の中で任意に選択することができる。たとえば、電波法等の規制により制限された周波数帯域の下限值および上限値をそれぞれ最小周波数 F_{min} 、最大周波数 F_{max} と設定してもよいし、ハードウェア上の制約が存在する場合は、その制約に応じて最小周波数 F_{min} および最大周波数 F_{max} を設定してもよい。また、探索変調信号の変調傾きも任意に選択可能であり、負の傾きとしてもよい。たとえば、ステップ S 120 で発振器 105 が発生する変調信号の変調傾きと、探索変調信号の変調傾きとを一致させた場合は、受信信号に含まれる雑音と同様の傾向を有する探索受信信号を取得することが可能となるため好ましい。ただし、変調信号の変調傾きが緩やかであり、これと同じ変調傾きで探索変調信号を変化させると探索変調動作期間が長すぎる場合は、探索変調信号の変調傾きを急にして探索変調動作期間を短縮してもよい。

[0037] ここで、発振器 105 の性能上の制約等により、最小周波数 F_{min} から最大周波数 F_{max} までの間を発振器 105 が一気に掃引出来ない場合は、複数段階の周波数掃引を行うようにしてもよい。すなわち、レーダ装置 108 が利用可能な周波数帯域を複数の周波数帯域に分割し、分割した周波数帯域ごとに周波数掃引した探索変調信号を発振器 105 に発生させてもよい。この場合、分割後の各周波数帯域の掃引時間に応じて、探索変調動作期間も複数に分割される。

[0038] 図 6 は、2 段階に分けて周波数掃引した探索変調信号と、この探索変調信号に応じて受信される探索受信信号の例を示している。図 6 の例では、前半の探索変調動作期間 601 と後半の探索変調動作期間 603 の間に、発振器 105 の周波数帯域変更期間 602 が設けられている。探索変調動作期間 601、603 のそれぞれで得られた探索受信信号のデータは、周囲の環境が変動しない場合においては、連続データとして繋げて利用することができる。なお、実際には車両と周辺物体との相対速度が大きくなるほど、その物体に対する信号成分の連続性が失われて行くが、雑音レベルの探索という観点

では殆ど影響がないと考えることができる。

[0039] 上記のように複数段階の周波数掃引を行った場合、個々の探索変調動作期間において探索変調信号を周波数掃引する周波数帯域の一部が重複してもよい。図7は、2段階に分けて周波数掃引を行う周波数帯域の一部を重ねた探索変調信号と、この探索変調信号に応じて受信される探索受信信号の例を示している。図7の例では、前半の探索変調動作期間601および後半の探索変調動作期間603において、周波数帯域が互いに重なる重複期間604、605がそれぞれ設けられている。この場合、重複期間604で得られる探索受信信号と、重複期間605で得られる探索受信信号とは、周囲の環境が変動しなければ、理論上は同一の雑音特性を有する。そのため、後に続く図3のステップS160では、いずれか一方の探索受信信号を用いて雑音レベルを求めればよい。

[0040] なお、図6、図7では2段階に分けて周波数掃引を行う例を説明したが、それ以上の任意の段階数に分けて周波数掃引を行ってもよい。また、最小周波数 F_{min} から最大周波数 F_{max} までの全範囲を周波数掃引するかわりに、周波数掃引を離散的に行ってもよい。たとえば、最小周波数 F_{min} から最大周波数 F_{max} までの間に複数の周波数（または周波数帯域）をあらかじめ設定しておき、その周波数（または周波数帯域）のそれぞれで離散的に周波数送信した探索変調信号を発振器105に発生させるようにする。このようにすれば、探索変調動作期間を短縮することが可能となる。

[0041] 図3の説明に戻ると、ステップS160において、信号処理部106は、ステップS150の探索変調動作により受信された探索受信信号に応じて受信部104から出力され、信号処理部106に入力されたビート信号のデジタルデータに基づいて、周囲の電波干渉状況を計測して干渉の少ない周波数帯域を探索するための信号処理である周波数探索処理を実行する。本実施形態では、ステップS110で初期設定された探索処理設定パラメータを用いて、図8に示す手順に従って周波数探索処理を行う。

[0042] 図8は、本発明の第1の実施形態において、図3のステップS160で信

号処理部 106 が行う周波数探索処理のフローチャートである。ステップ S 161 において、信号処理部 106 は、FFT 処理部 110 により、探索受信信号に応じて入力されたビート信号のデジタルデータに対して、所定の周波数帯域ごとに FFT 処理を行う。これにより、所定の周波数帯域ごとの探索受信信号のスペクトル情報を取得する。続いてステップ S 162 において、信号処理部 106 は、干渉状況解析部 113 により、ステップ S 161 で得られた探索受信信号のスペクトル情報に基づいて、所定の周波数帯域ごとの雑音レベルを計算する。ステップ S 163 において、信号処理部 106 は、レーダ装置 108 が利用可能な全周波数帯域の雑音レベルの計算が終了済みであるか否かを判定する。その結果、全周波数帯域の雑音レベルの計算が終了済みと判定した場合はステップ S 164 へ処理を進め、雑音レベルをまだ計算していない周波数帯域があると判定した場合はステップ S 161 に戻って周波数探索処理を継続する。ステップ S 164 において、信号処理部 106 は、帯域選択部 114 により、ステップ S 163 で算出された各周波数帯域の雑音レベルに基づいて、送信信号の周波数帯域を選択するための帯域選択処理を行う。なお、帯域選択処理の詳細については、後で図 13 を参照して説明する。ステップ S 164 の帯域選択処理を実行したら、信号処理部 106 は、図 8 に示すフローチャートを終えて周波数探索処理を完了する。

[0043] 図 9、10 および 11 は、図 8 に示した周波数探索処理における処理単位の周波数帯域とその処理順序の例を示す図である。図 9 は、探索受信信号の最小周波数 F_{min} から最大周波数 F_{max} までの範囲を、送信信号の変調幅に相当する周波数幅 701 をそれぞれ有する 4 つの周波数帯域 711、712、713、714 に分割し、これらの周波数帯域をそれぞれ周波数探索処理における処理単位として、FFT 処理および雑音レベル計算を時系列順に行う様子を示している。これにより、周波数帯域 711～714 のそれぞれについて探索受信信号の雑音レベルが算出され、電波干渉状況の計測が行われる。なお、周波数帯域 711～714 の処理順序は図 9 に示したものに限らず、任意の処理順序とすることができる。

[0044] ここで、信号処理部 106 が周波数探索処理を繰り返し実行する場合は、処理単位の周波数帯域を処理ごとに変化させてもよい。図 10 は、周波数探索処理における処理単位の周波数帯域を処理ごとに変化させる例を示している。図 10 の例では、図 9 で説明した周波数帯域 711～714 の処理が終了した後、最小周波数 F_{min} から所定のオフセット周波数 702 だけシフトした周波数を起点として、そこから周波数帯域 711～714 と同じ周波数幅 701 の周波数帯域 715、716、717 を設定する。そして、これらの周波数帯域をそれぞれ周波数探索処理における処理単位として、FFT 処理および雑音レベル計算を時系列順に行う。なお、オフセット周波数 702 は、周波数帯域 711～714 の周波数幅を超えない限り、任意の値とすることができる。こうして周波数探索処理における処理単位の周波数帯域を処理ごとに変化させることで、図 9 の場合よりもさらに細かい範囲で探索受信信号の雑音レベルを算出できるため、干渉の少ない周波数帯域を見つけられる可能性が高まる。

[0045] さらに、図 10 の例では、周波数帯域 715～717 の処理が終了した後、最小周波数 F_{min} から上記のオフセット周波数 702 とは異なるオフセット周波数 703 だけシフトした周波数を起点として、周波数帯域 718、719、720 を設定する。そして、これらの周波数帯域をそれぞれ周波数探索処理における処理単位として、FFT 処理および雑音レベル計算を時系列順に行う。こうしてオフセット周波数を変化させて処理単位ごとの周波数探索処理を複数回実行することで、より一層細かい範囲で探索受信信号の雑音レベルを算出し、干渉の少ない周波数帯域を見つけることができる。

[0046] あるいは、周波数探索処理における処理単位の周波数帯域を互いに重複させることで、探索受信信号の雑音レベルを細かい範囲で算出するようにしてもよい。図 11 は、周波数探索処理における処理単位の周波数帯域を重複させる例を示している。図 11 の例では、最小周波数 F_{min} から最大周波数 F_{max} までの間に、複数の周波数帯域 711 をそれぞれオフセット周波数 702 ずつずらして互いに重複させ、これらの周波数帯域をそれぞれ周波数探索処理

における処理単位として、FFT処理および雑音レベル計算を時系列順に行う。

このようにしても、干渉の少ない周波数帯域を見つける可能性を高めることができる。

[0047] なお、以上説明した周波数探索処理における処理単位の周波数帯域の設定方法を複数組み合わせ利用してもよい。たとえば、図9で説明した設定方法により、大まかな範囲で各周波数帯域の雑音レベルを計算した後、その中で最も雑音レベルが小さい周波数帯域を含む周波数範囲において、図11で説明した設定方法により、処理単位の周波数帯域を細かく設定して雑音レベルを計算してもよい。このようにすれば、干渉の少ない周波数帯域をより一層正確に見つけることができる。

[0048] 図12は、図9および10で説明した周波数帯域711～714をそれぞれ処理単位として得られた探索受信信号のFFT処理結果および雑音レベルの例を示す図である。図12において、(a)、(b)、(c)、(d)に示す各波形は、周波数帯域711、712、713、714にそれぞれ対応している。これらの波形において、細線はFFT処理結果から求めた探索受信信号のスペクトラムを表し、太線はFFT処理結果から算出した雑音レベルを表している。なお、雑音レベルの計算は、探索受信信号のスペクトラムからピークを除いた平均値または移動平均を算出することで行われる。あるいは、レーダ装置108内の各種回路が発生する $1/f$ 雑音の影響を考慮して、周波数帯域711～714の各スペクトラムにおいて、図12(a)に例示した低中波領域805を計算対象から除外し、高周波領域806の平均値を雑音レベルとして計算してもよい。

[0049] 図12(a)では、探索受信信号のスペクトラムにおいてピーク801～803が検出されている。図12(b)では、図12(a)と比較して、雑音レベルが上昇していることと、ピーク802が無いことが差分として挙げられる。また、図12(c)では、雑音フロアの上昇部分804が確認される。図12(d)では、探索受信信号のスペクトラムは図12(b)と同様

の傾向であるが、雑音レベルが図12(b)と比較して全体的に低いことが差分として挙げられる。

[0050] 以上の結果から、図12(a)のピーク802は、干渉信号による誤検知である可能性が高いと判断される。また、図12(c)における雑音フロア上昇部分804もまた、干渉信号により発生したものと考えられる。図12(b)では、明確な干渉信号による影響は見られないが、他の周波数帯域におけるFFT結果と比べて雑音レベルが全体的に高いことから、干渉信号による何らかの影響を受けていると考えられる。したがって、周波数探索処理により、図9、10の周波数帯域711、712、713、714のうち、図12(d)の波形が取得された周波数帯域714が最も干渉が少ない周波数帯域であると判断される。

[0051] 図13は、図8のステップS164において実行される帯域選択処理のフローチャートである。帯域選択部114は、帯域選択処理として、ステップS163で算出された各周波数帯域の雑音レベルに基づき、たとえば図13(a)、(b)、(c)に示す各フローチャートのいずれかを実行することにより、送信信号の周波数帯域の選択を行うことができる。

[0052] 図13(a)のフローチャートにおいて、ステップS171では、ステップS163で算出された周波数帯域ごとの雑音レベルを、その大きさの順にソートする。ステップS172Aでは、ステップS171でソートした雑音レベルが最も低い周波数帯域、すなわち干渉が最も少ない周波数帯域を、次フレームでの送信信号の周波数帯域として選択する。

ステップS172Aで周波数帯域を選択したら、その選択結果を信号処理部106において一時的に保存し、帯域選択処理を終了する。

[0053] 図13(b)のフローチャートにおいて、ステップS171では、ステップS163で算出された周波数帯域ごとの雑音レベルを、その大きさの順にソートする。ステップS172Bでは、ステップS171でソートした雑音レベルが低い順にN番目(Nは2以上の任意の自然数)までの周波数帯域の中でいずれかの周波数帯域を、次フレームでの送信信号の周波数帯域として

選択する。ステップS 1 7 2 Bで周波数帯域を選択したら、その選択結果を信号処理部 1 0 6において一時的に保存し、帯域選択処理を終了する。

[0054] 図 1 3 (c) のフローチャートにおいて、ステップS 1 7 1では、ステップS 1 6 3で算出された周波数帯域ごとの雑音レベルを、その大きさの順にソートする。ステップS 1 7 2 Cでは、ステップS 1 7 1でソートした雑音レベルが所定の許容レベル以下である周波数帯域の中でいずれかの周波数帯域を、次フレームでの送信信号の周波数帯域として選択する。ステップS 1 7 2 Cで周波数帯域を選択したら、その選択結果を信号処理部 1 0 6において一時的に保存し、帯域選択処理を終了する。

[0055] なお、以上説明した図 1 3 (a) ~ (c) の各処理以外の方法を帯域選択処理において採用することも可能である。探索受信信号をFFT処理することで得られた周波数帯域ごとの雑音レベルに基づいて、いずれかの周波数帯域を送信信号の周波数帯域として適切に選択できれば、どのような方法で帯域選択処理を行ってもよい。

[0056] 図 3 の説明に戻ると、ステップS 1 7 0において、信号処理部 1 0 6は、ステップS 1 6 0の周波数探索処理によって決定された送信信号の周波数帯域、すなわち図 8 のステップS 1 6 4における帯域選択処理の結果が、現在使用中の周波数帯域と異なるか否かを判定する。異なる場合はステップS 1 8 0に進み、同一である場合はステップS 1 8 0を実行せずにステップS 1 9 0に進む。

[0057] ステップS 1 8 0において、信号処理部 1 0 6は、次フレームの送信信号の周波数帯域の設定変更を行う。ここでは、ステップS 1 6 0の周波数探索処理で選択された送信信号の周波数に応じて変調設定パラメータを変更することで、次にステップS 1 2 0の処理を実行する際に発振器 1 0 5が発生する変調信号の周波数が変更されるようにする。

[0058] ステップS 1 9 0において、信号処理部 1 0 6は、レーダ装置 1 0 8の動作が終了したか否かを判定する。レーダ装置 1 0 8が動作中であれば、ステップS 1 2 0に戻って上記の処理を繰り返す。その際、直前に実行されたス

ステップS 1 8 0で周波数帯域の設定変更が行われた場合は、変更後の周波数帯域で変調した送信信号をステップS 1 2 0で放射する。一方、レーダ装置 1 0 8の動作が終了した場合、信号処理部 1 0 6は図 3のフローチャートに示す処理を終えて停止する。

[0059] 図 1 4 は、上記の処理によるレーダ装置 1 0 8の全体動作を説明する図である。図 1 4 (a)は発振器 1 0 5が発生する変調信号の周波数変化の例を示しており、図 1 4 (b)は受信部 1 0 4から信号処理部 1 0 6に入力される受信信号波形の例を示している。図 1 4において、変調動作期間 9 0 1では、FMCW変調によって変調信号が周波数 F_{m1_min} と周波数 F_{m1_max} の間で連続的に変化しており、比較的ノイズの大きい受信信号が得られる。その後の信号処理期間 9 0 2では、変調信号が出力されないため、受信信号も得られない。続く探索変調動作期間 9 0 3では、レーダ装置 1 0 8が使用可能な周波数帯域の全域にわたって、周波数 F_{min} から周波数 F_{max} まで連続的に変化する変調信号が探索変調信号として出力され、これに応じた探索受信信号が入力される。その後は周波数探索処理期間 9 0 4において、探索変調動作期間 9 0 3に得られた探索受信信号に基づいて前述のような処理が行われることで、干渉の少ない周波数帯域が選択される。その結果、後に続く変調動作期間 9 0 5では、前回の変調動作期間 9 0 1とは異なる周波数帯域である周波数 F_{m2_min} と周波数 F_{m2_max} の間で変調信号が連続的に変化し、ノイズが抑制された受信信号が得られる。

[0060] 以上説明した本発明の第 1 の実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

[0061] (1) レーダ装置 1 0 8は、周波数変調された変調信号を発生する発振器 1 0 5と、発振器 1 0 5で発生された変調信号を用いて所定の変調動作期間中に周波数変調された送信信号を放射する送信部 1 0 3と、送信信号が周囲の物体で反射された受信信号を受信する受信部 1 0 4と、信号処理部 1 0 6とを備える。信号処理部 1 0 6は、受信信号に基づいて物体の情報を算出する物体情報算出部 1 1 2と、変調動作期間とは重複しない探索変調動作期間

中に、所定の最小周波数 F_{min} から最大周波数 F_{max} までの間で周囲の電波干渉状況を計測する干渉状況解析部 113 と、干渉状況解析部 113 により計測された電波干渉状況に基づいて送信信号の周波数帯域を選択する帯域選択部 114 と、を備える。このようにしたので、多数のレーダ装置による電波干渉が生じている場合でも、安定したレーダ装置 108 の動作を実現できる。

[0062] (2) レーダ装置 108 は、探索変調動作期間中に、最小周波数 F_{min} から最大周波数 F_{max} までの間で周波数掃引した探索変調信号を発振器 105 に発生させる探索変調制御部 115 をさらに備える。干渉状況解析部 113 は、この探索変調信号を用いて受信部 104 が受信した探索受信信号に基づいて電波干渉状況を計測する。具体的には、最小周波数 F_{min} から最大周波数 F_{max} までの間で所定の周波数幅を有する複数の周波数帯域ごとに探索受信信号の雑音レベルを計測する（図 8 ステップ S161、S162）。帯域選択部 114 は、干渉状況解析部 113 による雑音レベルの計測結果に基づいて送信信号の周波数帯域を選択する（ステップ S164）。このようにしたので、送信信号を生成するための変調信号を発生する発振器 105 を利用して、干渉状況解析部 113 において電波干渉状況の計測を行うことができる。

[0063] (3) 帯域選択部 114 は、複数の周波数帯域のうち雑音レベルが最も低い周波数帯域を送信信号の周波数帯域として選択することができる（図 13 (a)）。または、複数の周波数帯域のうち雑音レベルが低い順に所定の順位内でいずれかの周波数帯域を送信信号の周波数帯域として選択することもできる（図 13 (b)）。あるいは、複数の周波数帯域のうち雑音レベルが所定の許容レベル以下であるいずれかの周波数帯域を送信信号の周波数帯域として選択してもよい（図 13 (c)）。これらのいずれかを採用することで、干渉が比較的少ない周波数帯域を送信信号の周波数帯域として選択することが可能となる。

[0064] (4) 干渉状況解析部 113 は、図 10 で説明したように、所定の最小周波数 F_{min} を起点に設定された複数の周波数帯域 711～714 ごとに雑音レベルを算出する第 1 の解析処理と、最小周波数 F_{min} に所定のオフセット周波

数 702 を加えた周波数を起点に設定された複数の周波数帯域 715 ~ 717 ごとに雑音レベルを算出する第 2 の解析処理とを、時系列で実行してもよい。このようにすれば、干渉の少ない周波数帯域を見つける可能性を高めることができる。

[0065] (5) 干渉状況解析部 113 は、さらにオフセット周波数 702 を変化させてオフセット周波数 703 とし、最小周波数 F_{min} にこのオフセット周波数 703 を加えた周波数を起点に設定された複数の周波数帯域 718 ~ 720 ごとに雑音レベルを算出することで、上記の第 2 の解析処理を複数回実行してもよい。このようにすれば、干渉の少ない周波数帯域を見つける可能性をより一層高めることができる。

[0066] (6) あるいは、干渉状況解析部 113 は、図 11 で説明したように、雑音レベルを算出する複数の周波数帯域 711 のうち互いに隣接する 2 つの周波数帯域 711 同士が、少なくとも部分的に重複するようにしてもよい。このようにしても、干渉の少ない周波数帯域を見つける可能性を高めることができる。

[0067] (7) 探索変調制御部 115 は、図 5 で説明したように、最小周波数 F_{min} から最大周波数 F_{max} までの間を連続的に周波数掃引した探索変調信号を発振器 105 に発生させることができる。または、図 6 や図 7 で説明したように、最小周波数 F_{min} から最大周波数 F_{max} までの間を複数の周波数帯域に分割し、分割した周波数帯域ごとに周波数掃引した探索変調信号を発振器 105 に発生させるようにしてもよい。あるいは、最小周波数 F_{min} から最大周波数 F_{max} までの間に予め設定された複数の周波数のそれぞれで離散的に周波数掃引した探索変調信号を発振器 105 に発生させるようにしてもよい。これらのいずれかを採用することで、発振器 105 の性能等による制約を考慮して、所望の探索変調動作期間内で周波数掃引した探索変調信号を得ることができる。

[0068] (第 2 の実施形態)

次に本発明の第 2 の実施形態について説明する。本実施形態では、第 1 の

実施形態で説明したのとは異なる手順で周波数探索処理を行う例について説明する。なお、本実施形態におけるレーダ装置 108 の構成、信号処理部 106 の機能構成、図 3 で説明した信号処理部 106 の全体処理フローなどは、第 1 の実施形態と同様であるため、以下ではこれらの説明を省略し、周波数探索処理の違いのみを説明する。

[0069] 図 15 は、本発明の第 2 の実施形態において、図 3 のステップ S 160 で信号処理部 106 が行う周波数探索処理のフローチャートである。本実施形態では、図 8 で説明した第 1 の実施形態と比較して、ステップ S 162 の後にステップ S 162 A、S 162 B の処理が実行される点が異なる。

[0070] ステップ S 162 A において、信号処理部 106 は、ステップ S 162 で計算した雑音レベルが所定の許容レベル以下であるか否かを判定する。この許容レベルは、第 1 の実施形態で説明した図 13 (c) のステップ S 172 C における許容レベルと同じであってもよいし、異なってもよい。その結果、雑音レベルが許容レベル以下であればステップ S 162 B に進み、帯域選択部 114 において、当該雑音レベルが算出された周波数帯域を、次フレームでの送信信号の周波数帯域として選択する。ステップ S 162 B で周波数帯域を選択したら、その選択結果を信号処理部 106 において一時的に保存し、帯域選択処理を終了する。一方、雑音レベルが許容レベルよりも大きければステップ S 163 に進み、第 1 の実施形態で説明したのと同様の処理を行う。

[0071] なお、本実施形態においてステップ S 164 の帯域選択処理を行う場合は、第 1 の実施形態で説明した図 13 (a)、(b)、(c) のフローチャートのうち、(a) または (b) のフローチャートに従って帯域選択処理を行うことが好ましい。すなわち、本実施形態でステップ S 164 の帯域選択処理が行われるのは、全ての周波数帯域において雑音レベルが許容レベルよりも大きい場合である。したがって、その中でもなるべく雑音レベルが低い周波数帯域を選択するためには、図 13 (a) または (b) のフローチャートに従って帯域選択処理を行うことが好ましい。

[0072] また、本実施形態においてステップS 1 6 1で周波数帯域ごとにF F T処理を行う際には、現在の送信信号の周波数帯域について最初にF F T処理を行うことが好ましい。すなわち、本実施形態では、ある周波数帯域の雑音レベルが許容レベル以下であれば、他の周波数帯域の雑音レベルを測定せずに、当該周波数帯域が送信信号の周波数帯域として選択される。したがって、現在の送信信号の周波数帯域からF F T処理を行って雑音レベルを測定することで、現在の送信信号の周波数帯域において干渉が生じていない場合に、その周波数帯域を継続して選択することができる。

[0073] 以上説明した本発明の第2の実施形態によれば、帯域選択部1 1 4は、複数の周波数帯域のうちで雑音レベルが所定の許容レベル以下の周波数帯域がある場合（ステップS 1 6 2 A : Y e s）は、当該周波数帯域を送信信号の周波数帯域として選択する（ステップS 1 6 2 B）。一方、雑音レベルが許容レベル以下の周波数帯域がない場合（ステップS 1 6 3 : N o）は、雑音レベルが最も低い周波数帯域または雑音レベルが低い順に所定の順位内ですずれかの周波数帯域を送信信号の周波数帯域として選択する（ステップS 1 6 4）。このようにしたので、全帯域の雑音レベルを測定しなくても、干渉が比較的少ない周波数帯域を送信信号の周波数帯域として選択することができる。

[0074] なお、以上説明した第1、第2の各実施形態では、レーダ装置1 0 8の受信チャンネルが一つである場合を例として説明したが、レーダ装置1 0 8が複数の受信チャンネルを有する場合にも同様に本発明を適用可能である。この場合、全ての受信チャンネルについて上記のような処理を行ってもよいし、処理量削減のため、1つあるいは複数の代表チャンネルをあらかじめ設定し、この代表チャンネルについて上記の処理を行うことで選択された送信信号の周波数帯域を他の受信チャンネルに対して適用してもよい。

[0075] また、第1、第2の各実施形態では、図3のステップS 1 5 0、S 1 6 0において探索変調動作および周波数探索処理を毎回行う例を説明したが、これらの処理は必ずしも毎回行わなくてもよい。たとえば、ステップS 1 3 0

の信号処理で現状の周波数帯域における受信信号の雑音レベルを算出し、その値が所定の許容値以下であれば、ステップS 1 5 0以下の動作を実行せずに次フレームに移行するようなフローチャートとしてもよい。あるいは、探索変調動作および周波数探索処理を毎行わずに、数フレームごとに任意の頻度でこれらの処理を実行するようにしてもよい。

[0076] さらに、第1、第2の各実施形態では、レーダ装置108が周波数探索処理において計測した周波数帯域ごとの雑音レベルを次フレームでの送信信号の周波数帯域の選択に利用する例を説明したが、レーダ装置で計測した周波数帯域ごとの雑音レベルを他の用途に利用してもよい。たとえば、周波数帯域ごとの雑音レベルをレーダ装置から車両制御装置に送信し、車両制御装置において行われる車両制御等に利用してもよい。また、レーダ装置に接続された他の装置において、レーダ装置で計測された周波数帯域ごとの雑音レベルに基づいて次フレームでの送信信号の周波数帯域を選択し、その選択結果をレーダ装置に通知してもよい。

[0077] 以上説明した各実施形態や各種変形例はあくまで一例であり、発明の特徴が損なわれない限り、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。また、上記では種々の実施形態や変形例を説明したが、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態様も本発明の範囲内に含まれる。

符号の説明

[0078] 101：送信アンテナ，102：受信アンテナ，103：送信部，104：受信部，105：発振器，106：信号処理部，107：通信インターフェース，108：レーダ装置，109：車両制御装置，110：FFT処理部，111：デマルチプレクサ，112：物体情報算出部，113：干渉状況解析部，114：帯域選択部114，115：探索変調制御部

請求の範囲

[請求項1]

周波数変調された変調信号を発生する発振部と、
前記変調信号を用いて所定の変調動作期間中に周波数変調された送信信号を放射する送信部と、
前記送信信号が周囲の物体で反射された受信信号を受信する受信部と、
前記受信信号に基づいて前記物体の情報を算出する物体情報算出部と、
前記変調動作期間とは重複しない探索変調動作期間中に、所定の最小周波数から最大周波数までの間で周囲の電波干渉状況を計測する干渉状況解析部と、
前記干渉状況解析部により計測された前記電波干渉状況に基づいて前記送信信号の周波数帯域を選択する帯域選択部と、を備えるレーダ装置。

[請求項2]

請求項1に記載のレーダ装置において、
前記探索変調動作期間中に、前記最小周波数から前記最大周波数までの間で周波数掃引した探索変調信号を前記発振部に発生させる探索変調制御部をさらに備え、
前記干渉状況解析部は、前記探索変調信号を用いて前記受信部が受信した探索受信信号に基づいて前記電波干渉状況を計測するレーダ装置。

[請求項3]

請求項2に記載のレーダ装置において、
前記干渉状況解析部は、前記最小周波数から前記最大周波数までの間で所定の周波数幅を有する複数の周波数帯域ごとに前記探索受信信号の雑音レベルを計測し、
前記帯域選択部は、前記干渉状況解析部による前記雑音レベルの計測結果に基づいて前記送信信号の周波数帯域を選択するレーダ装置。

[請求項4]

請求項3に記載のレーダ装置において、

前記帯域選択部は、前記複数の周波数帯域のうち前記雑音レベルが最も低い周波数帯域を前記送信信号の周波数帯域として選択するレーダ装置。

[請求項5] 請求項3に記載のレーダ装置において、

前記帯域選択部は、前記複数の周波数帯域のうち前記雑音レベルが低い順に所定の順位内でいずれかの周波数帯域を前記送信信号の周波数帯域として選択するレーダ装置。

[請求項6] 請求項3に記載のレーダ装置において、

前記帯域選択部は、前記複数の周波数帯域のうち前記雑音レベルが所定の許容レベル以下であるいずれかの周波数帯域を前記送信信号の周波数帯域として選択するレーダ装置。

[請求項7] 請求項3に記載のレーダ装置において、

前記帯域選択部は、前記複数の周波数帯域のうちで前記雑音レベルが所定の許容レベル以下の周波数帯域がある場合は、当該周波数帯域を前記送信信号の周波数帯域として選択し、前記雑音レベルが前記許容レベル以下の周波数帯域がない場合は、前記雑音レベルが最も低い周波数帯域または前記雑音レベルが低い順に所定の順位内でいずれかの周波数帯域を前記送信信号の周波数帯域として選択するレーダ装置。

[請求項8] 請求項3から請求項7までのいずれか一項に記載のレーダ装置において、

前記干渉状況解析部は、所定の第1の周波数を起点に設定された複数の第1の周波数帯域ごとに前記雑音レベルを算出する第1の解析処理と、前記第1の周波数に所定のオフセット周波数を加えた第2の周波数を起点に設定された複数の第2の周波数帯域ごとに前記雑音レベルを算出する第2の解析処理とを、時系列で実行するレーダ装置。

[請求項9] 請求項8に記載のレーダ装置において、

前記干渉状況解析部は、前記オフセット周波数を変化させて前記第

2の解析処理を複数回実行するレーダ装置。

[請求項10] 請求項3から請求項7までのいずれか一項に記載のレーダ装置において、

前記複数の周波数帯域のうち互いに隣接する2つの周波数帯域同士は、少なくとも部分的に重複しているレーダ装置。

[請求項11] 請求項2から請求項7までのいずれか一項に記載のレーダ装置において、

前記探索変調制御部は、前記最小周波数から前記最大周波数までの間を連続的に周波数掃引した前記探索変調信号を前記発振部に発生させるレーダ装置。

[請求項12] 請求項2から請求項7までのいずれか一項に記載のレーダ装置において、

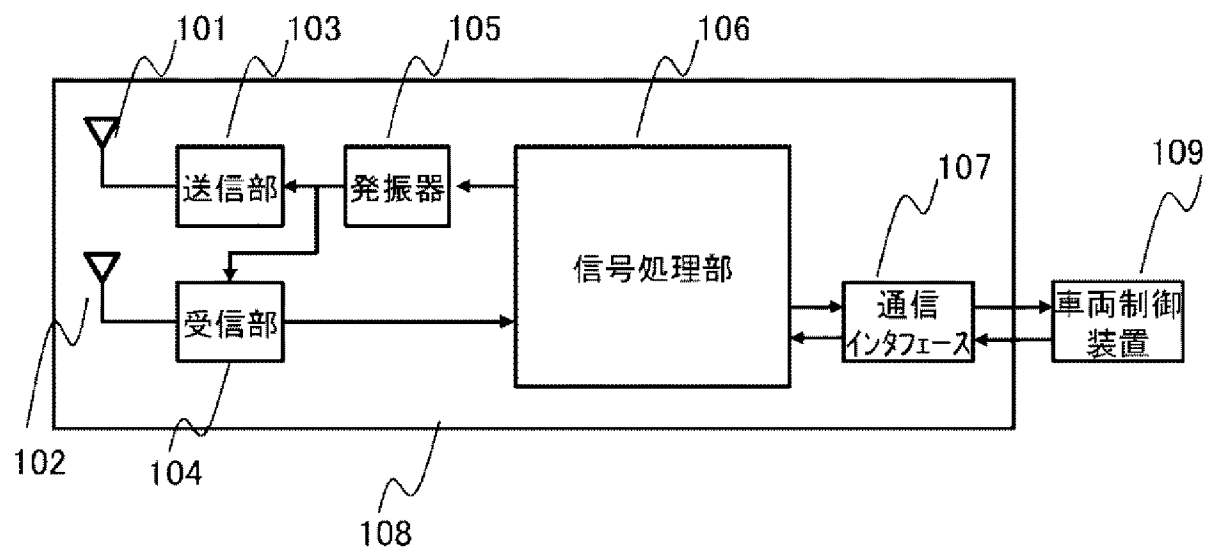
前記探索変調制御部は、前記最小周波数から前記最大周波数までの間を複数の周波数帯域に分割し、分割した前記周波数帯域ごとに周波数掃引した前記探索変調信号を前記発振部に発生させるレーダ装置。

[請求項13] 請求項2から請求項7までのいずれか一項に記載のレーダ装置において、

前記探索変調制御部は、前記最小周波数から前記最大周波数までの間に予め設定された複数の周波数のそれぞれで離散的に周波数掃引した前記探索変調信号を前記発振部に発生させるレーダ装置。

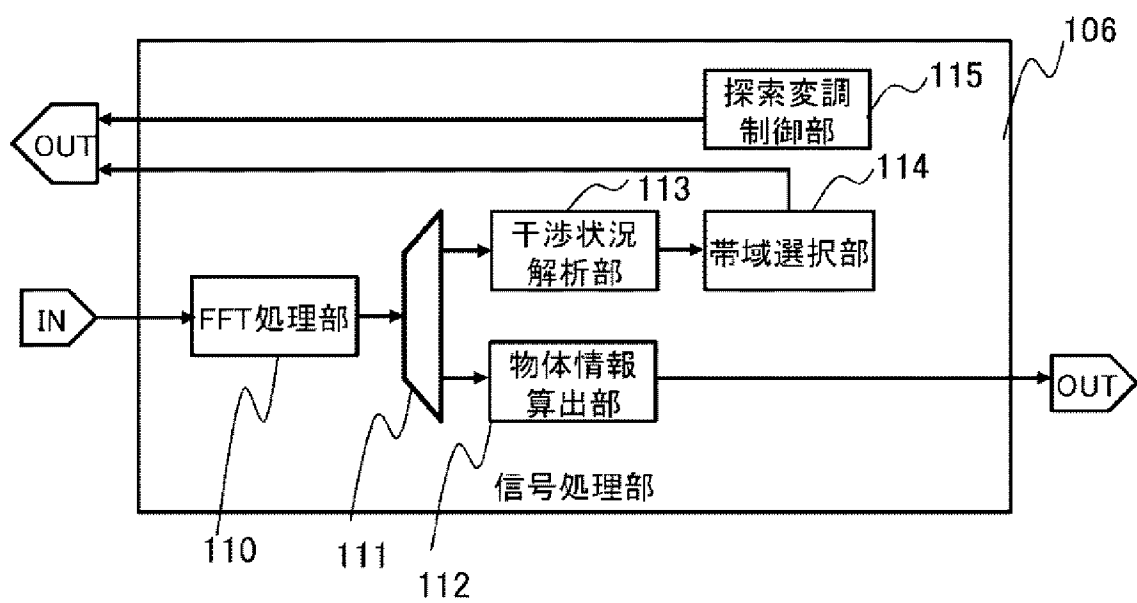
[図1]

図 1



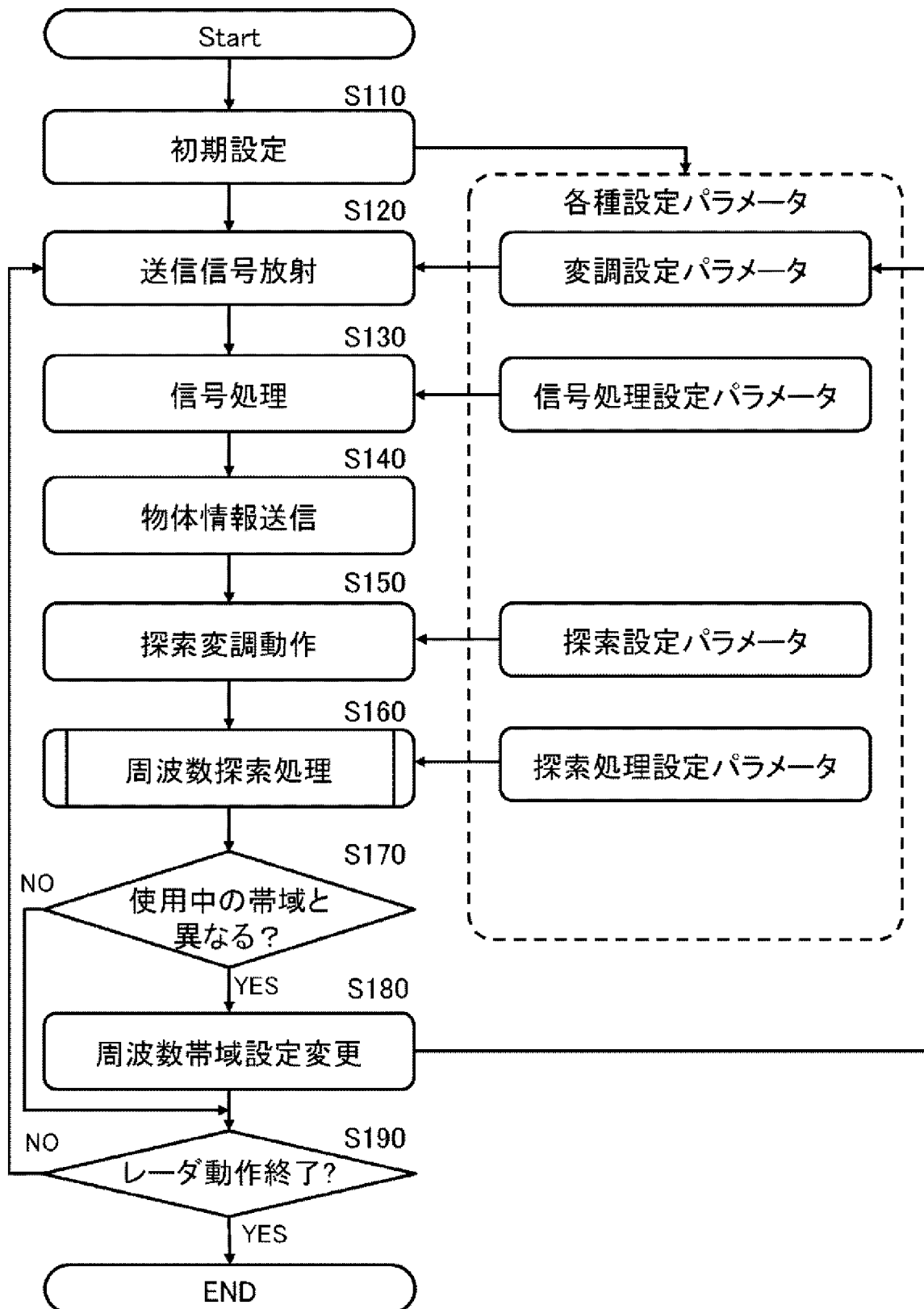
[図2]

図2



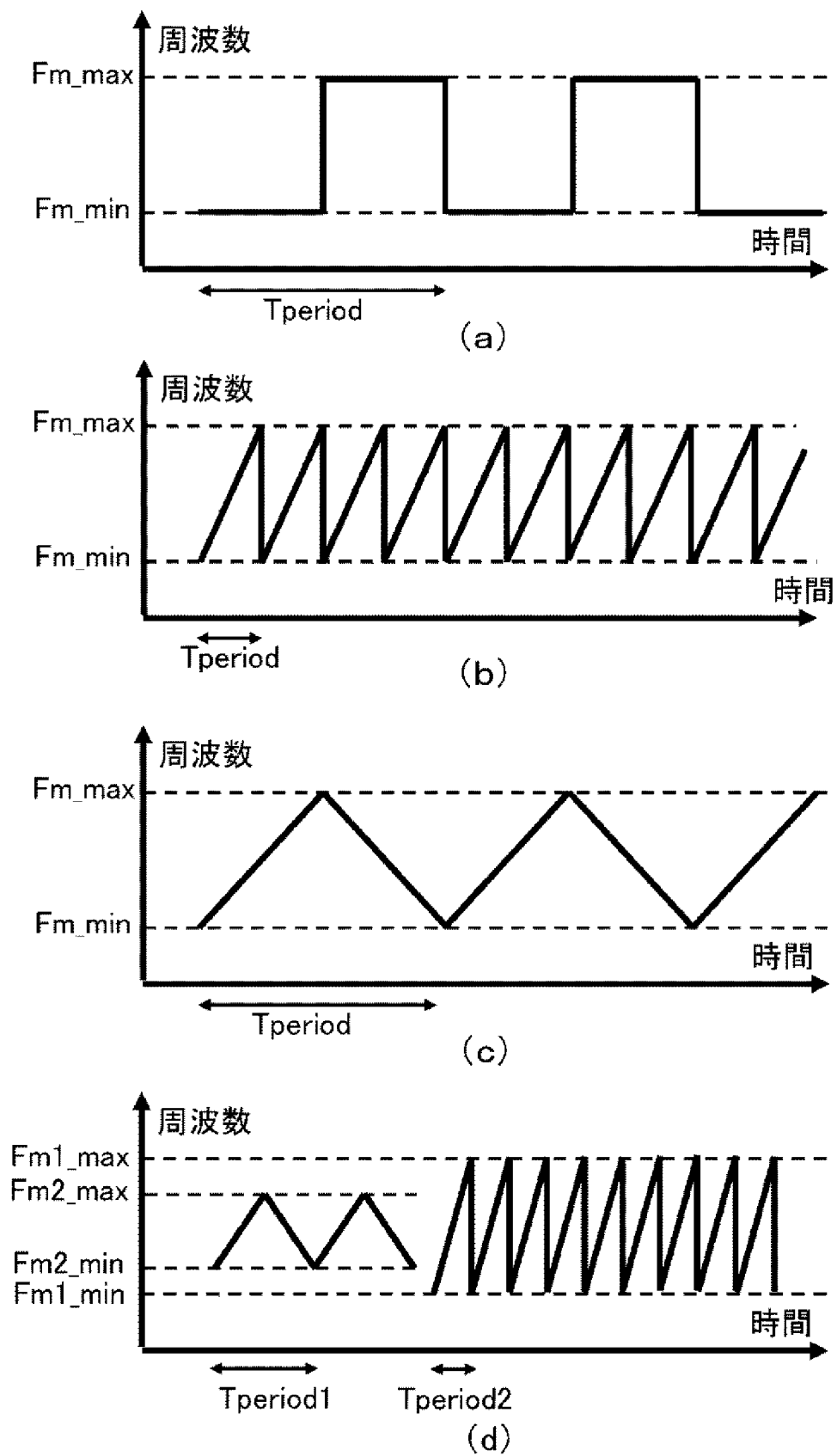
[図3]

図3

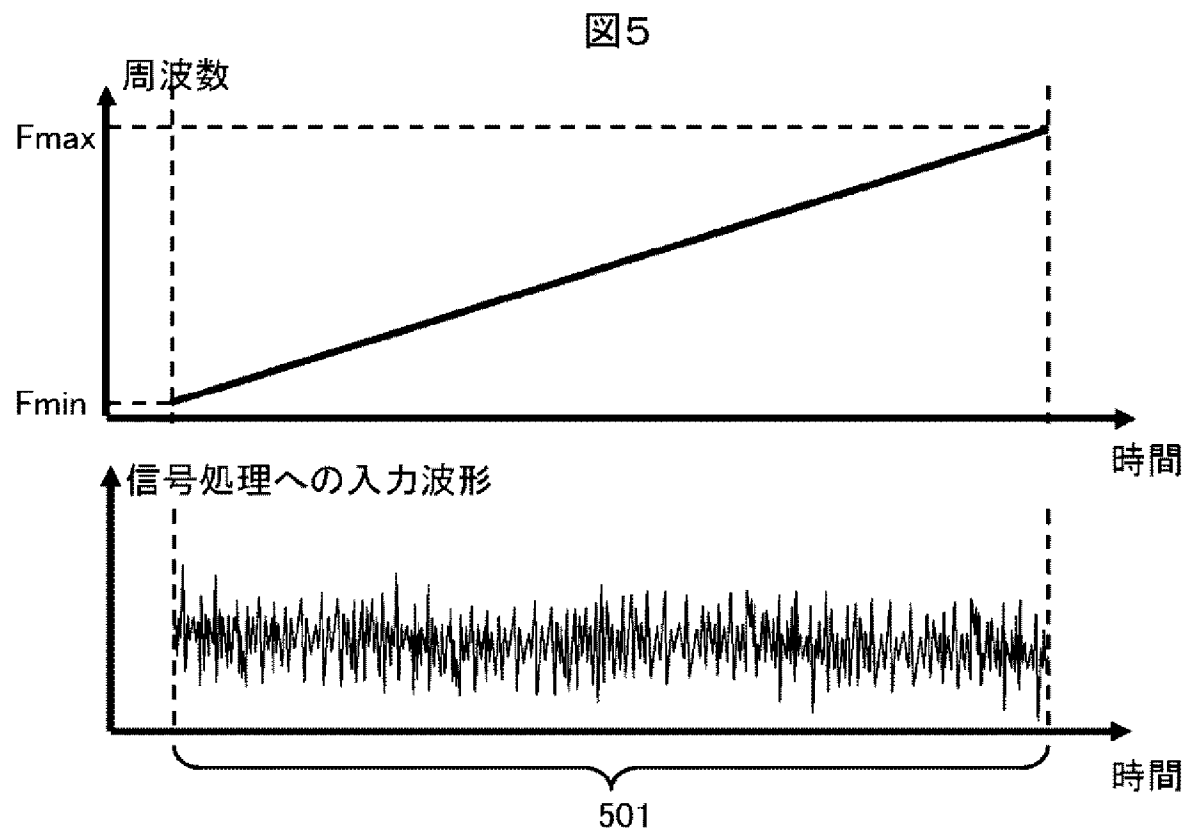


[図4]

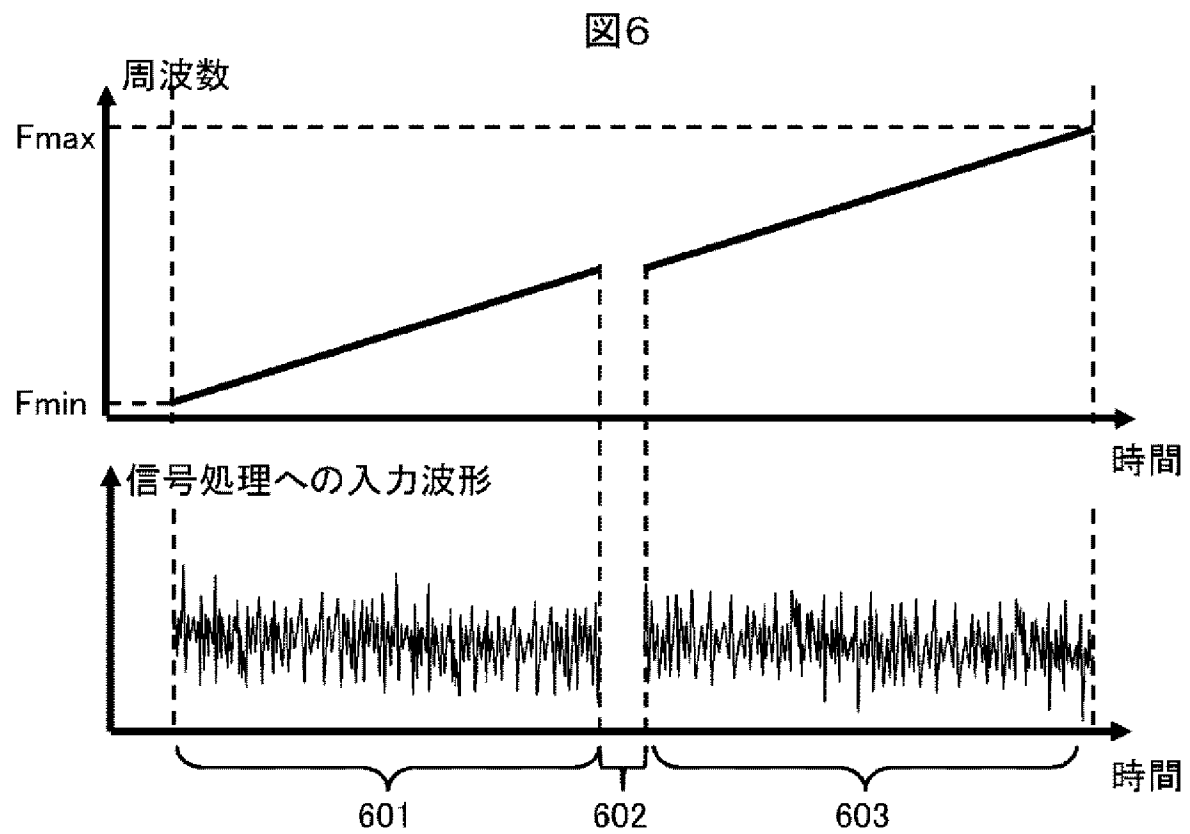
図4



[図5]

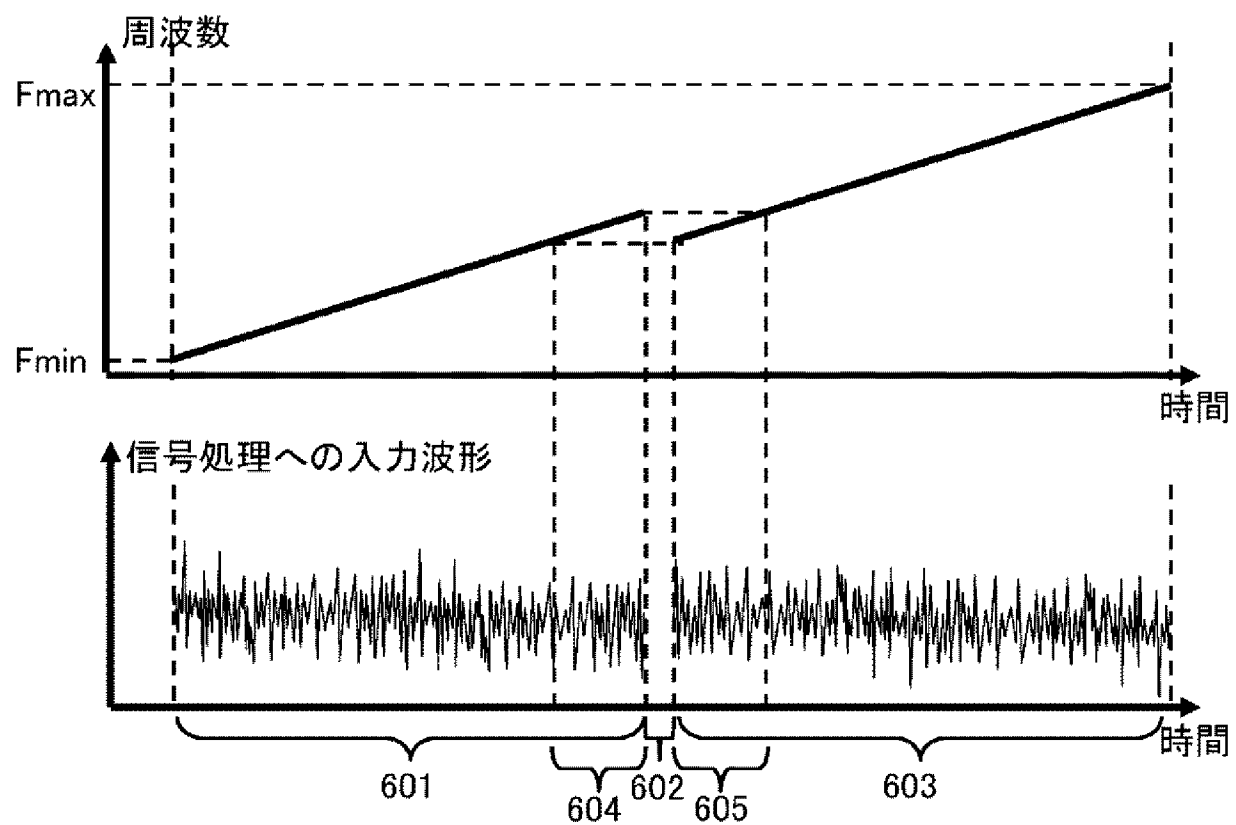


[図6]



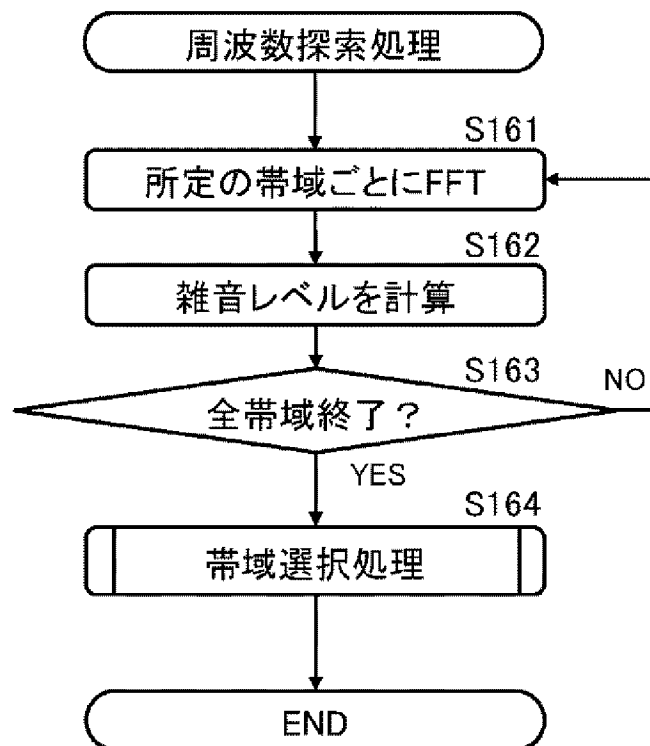
[図7]

図7



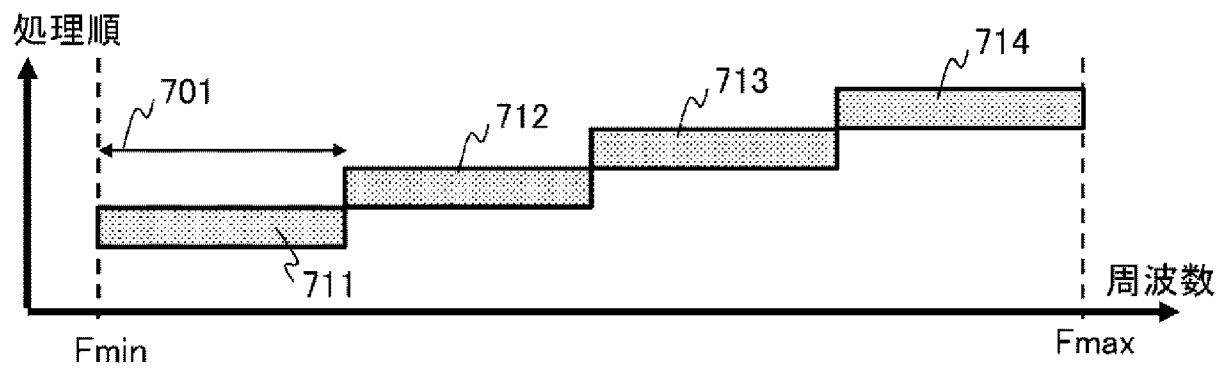
[図8]

図8



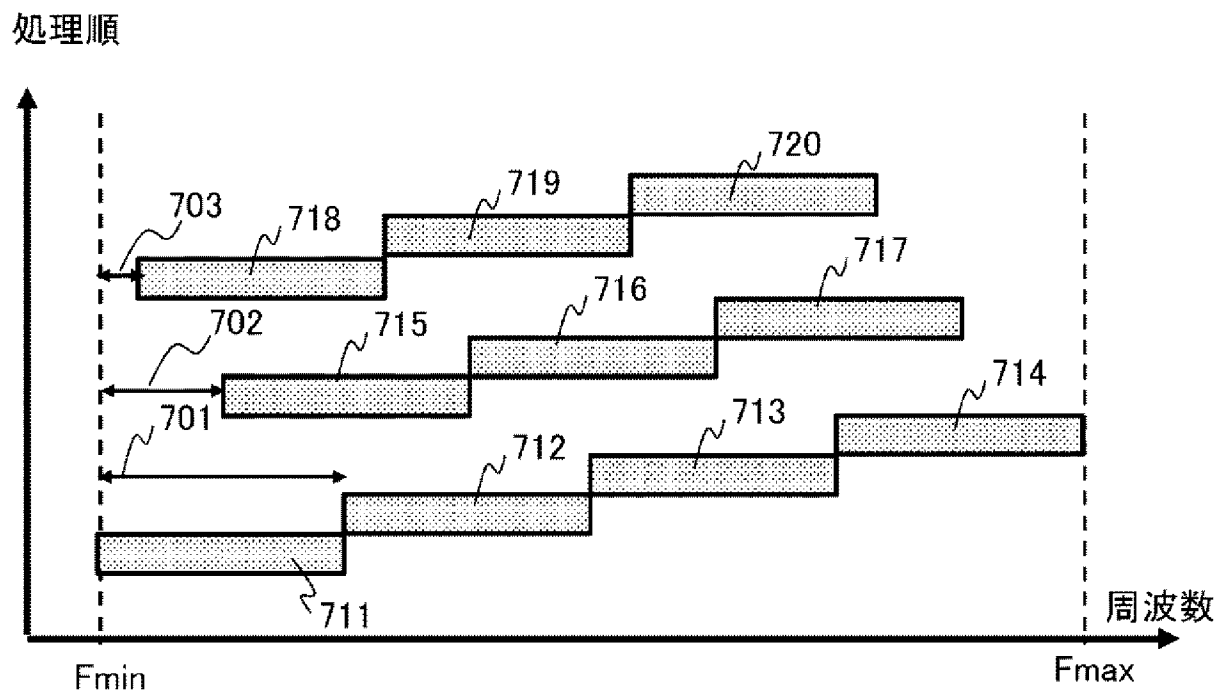
[図9]

図9



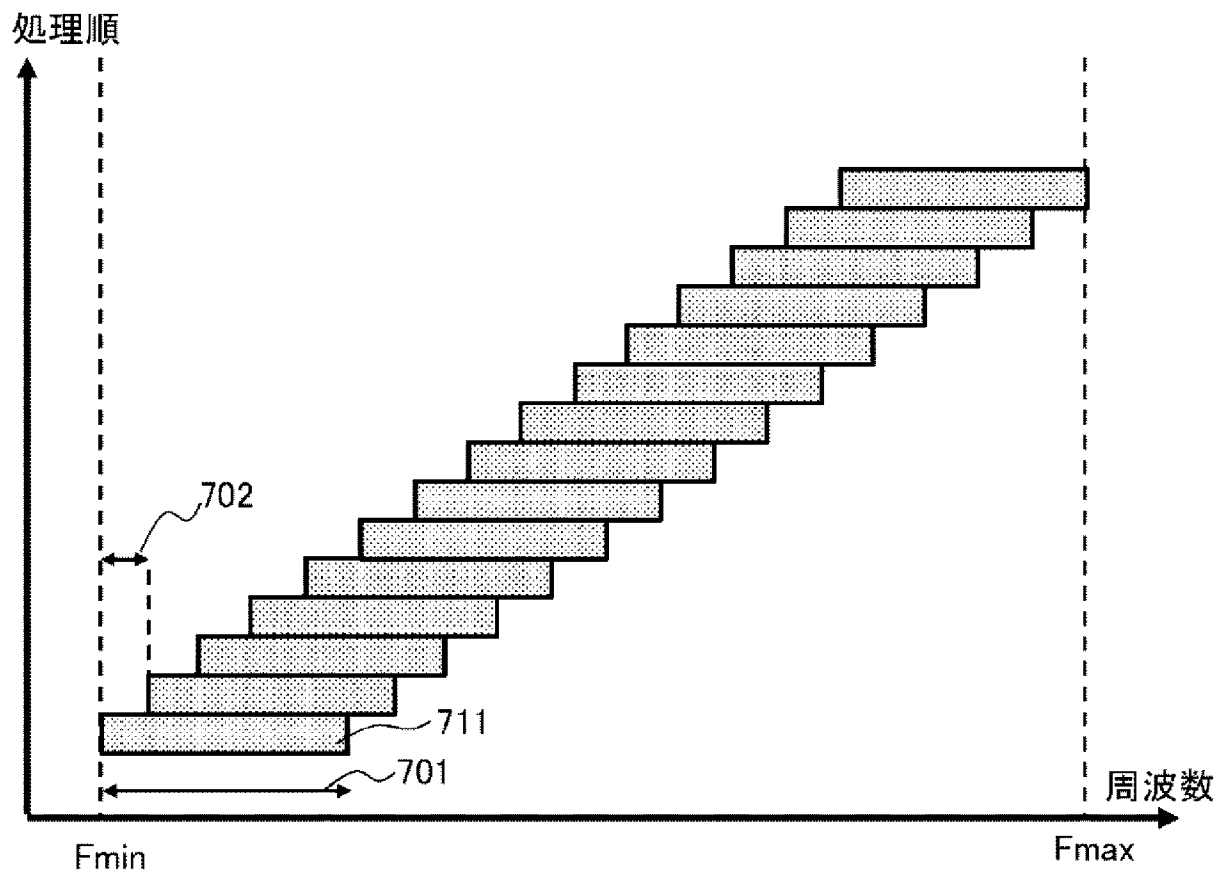
[図10]

図10



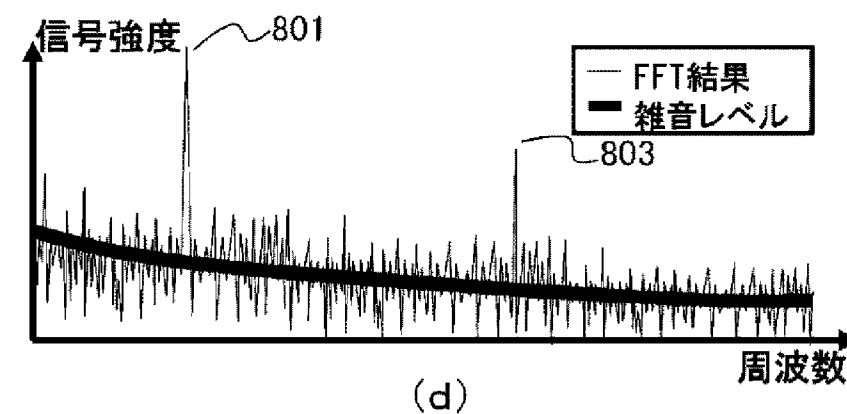
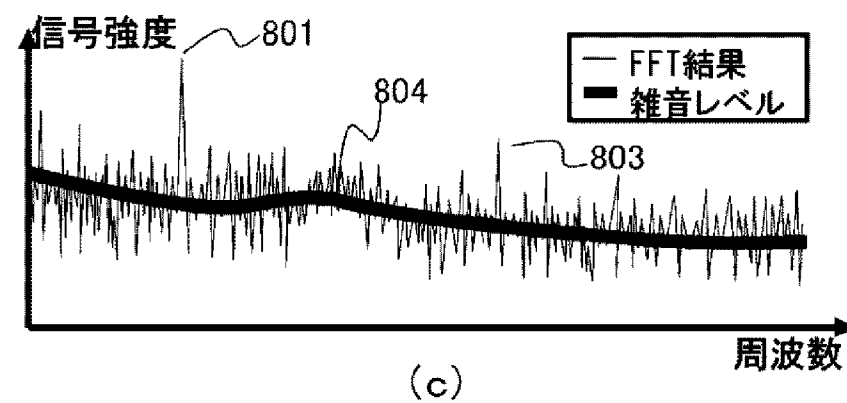
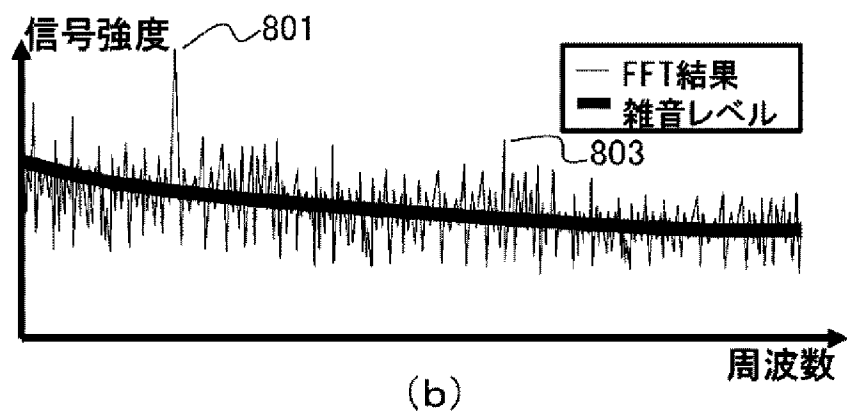
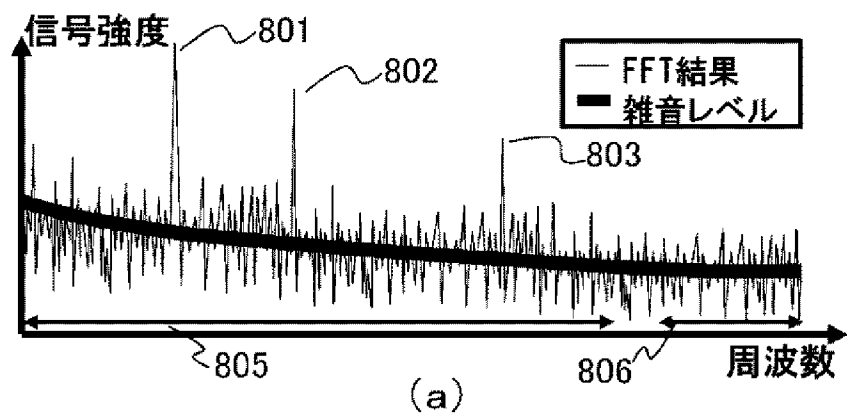
[図11]

図11



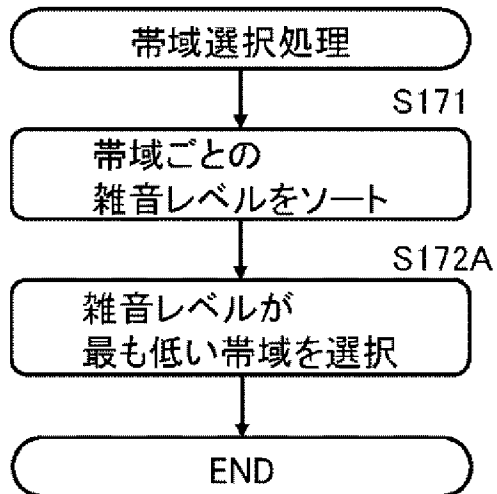
[図12]

図12

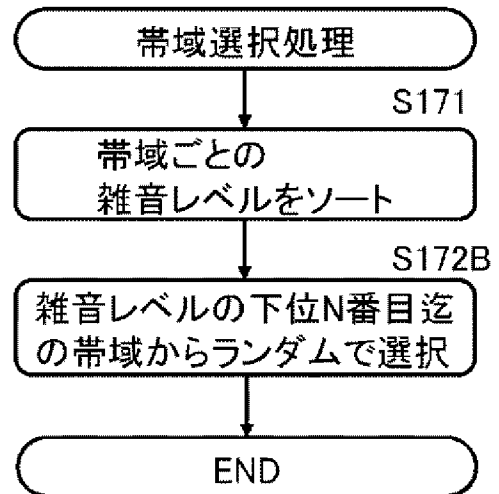


[図13]

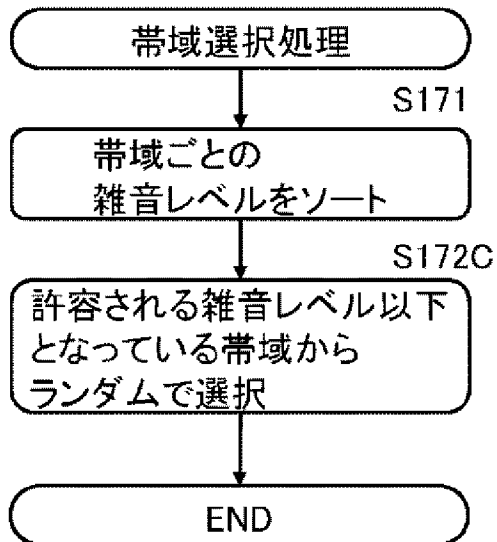
図13



(a)



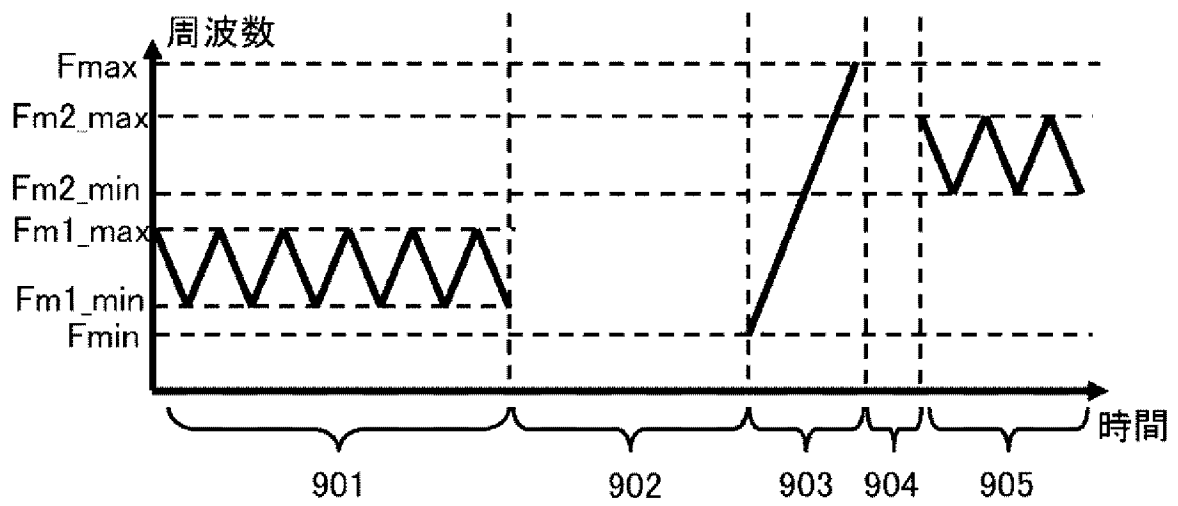
(b)



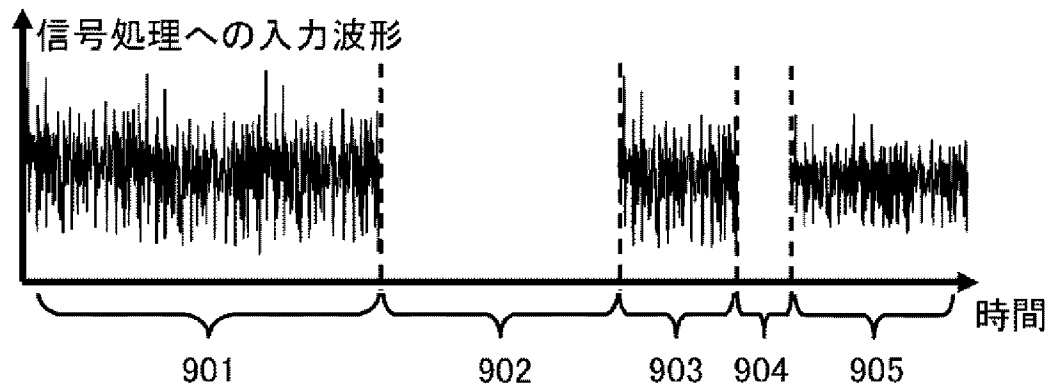
(c)

[図14]

図14



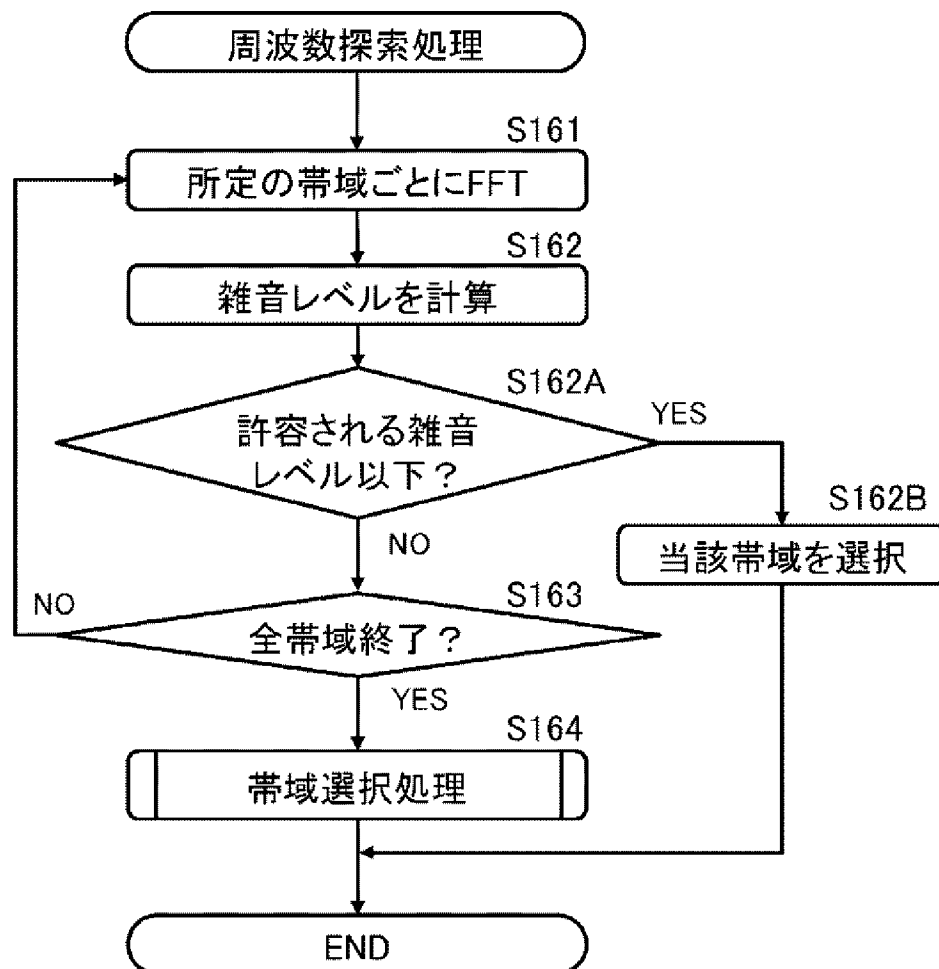
(a)



(b)

[図15]

図15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/010417

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01S7/36 (2006.01)i, G01S13/34 (2006.01)i, G01S13/93 (2006.01)i,
G08G1/16 (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-G01S7/42, G01S13/00-G01S13/95, G08G1/16

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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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.
A	JP 2012-088238 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 10 May 2012 * whole document* (Family: none)	1-13
A	JP 2010-025944 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 04 February 2010 * whole document* (Family: none)	1-13
A	JP 2007-232498 A (HITACHI, LTD.) 13 September 2007 * Whole Document* & US 2007/0200747 A1 & EP 1826586 A1	1-13

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

* Special categories of cited documents:	"I" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 26 June 2018 (26.06.2018)	Date of mailing of the international search report 10 July 2018 (10.07.2018)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S 7/36(2006.01)i, G01S 13/34(2006.01)i, G01S 13/93(2006.01)i, G08G 1/16(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. G01S 7/00 - G01S 7/42, G01S 13/00 - G01S 13/95, G08G 1/16

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
A	JP 2012-088238 A（三菱電機株式会社）2012.05.10 * Whole Document *（ファミリーなし）	1-13
A	JP 2010-025944 A（三菱電機株式会社）2010.02.04 * Whole Document *（ファミリーなし）	1-13
A	JP 2007-232498 A（株式会社日立製作所）2007.09.13 * Whole Document * & US 2007/0200747 A1 & EP 1826586 A1	1-13

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

26.06.2018

国際調査報告の発送日

10.07.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

山下 雅人

2S

7857

電話番号 03-3581-1101 内線 3216