

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-115137

(P2014-115137A)

(43) 公開日 平成26年6月26日 (2014. 6. 26)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 S 7/41 (2006. 01)	GO 1 S 7/41	5 H 1 8 1
GO 1 S 13/34 (2006. 01)	GO 1 S 13/34	5 J 0 7 0
GO 1 S 13/93 (2006. 01)	GO 1 S 13/93 Z	
B 6 O R 21/00 (2006. 01)	B 6 O R 21/00 6 2 4 B	
GO 1 S 7/292 (2006. 01)	GO 1 S 7/292 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 29 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-268064 (P2012-268064)
 (22) 出願日 平成24年12月7日 (2012. 12. 7)

(71) 出願人 000237592
 富士通テン株式会社
 兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 2 8 号
 (72) 発明者 浅沼 久輝
 兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 2 8 号 富士通テン株式会社内
 (72) 発明者 石森 裕之
 兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 2 8 号 富士通テン株式会社内
 F ターム (参考) 5H181 AA01 CC12 CC14 LL01 LL09
 5J070 AB19 AB24 AC02 AC06 AC13
 AD05 AF03 AH14 AH31 AH35
 AH39 AJ13 AK07

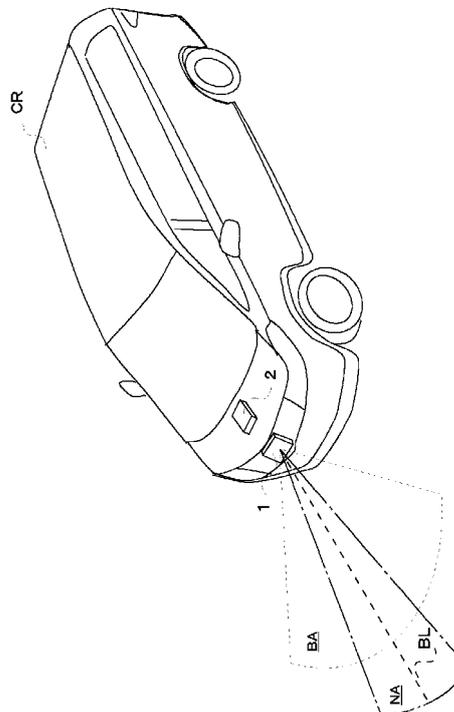
(54) 【発明の名称】 レーダ装置、及び、信号処理方法

(57) 【要約】

【課題】履歴ピークに対応する今回の角度ピークが正しく抽出できない場合に、誤った車両制御を行ってしまうことを回避する技術を提供する。

【解決手段】所定周期で周波数が変わる送信信号と、該送信信号に基づく送信波の物標での反射波を受信した受信信号との差分周波数から得られるピーク信号を前記送信信号の周波数が上昇する第 1 期間と周波数が下降する第 2 期間とで抽出し、該抽出したピーク信号に基づいて物標の情報を導出するレーダ装置であって、前回得られたピーク信号に基づいて、今回のピーク信号を予測する予測手段と、所定の周波数の範囲内に存在するピーク信号の中から、前記予測したピーク信号に対応する今回のピーク信号を抽出する抽出手段と、を備え、前記抽出手段は、前記所定の周波数の範囲内に、予測したピーク信号に対応する今回のピーク信号が存在しない場合には、前記周波数の範囲を広げる。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

所定周期で周波数が変わる送信信号と、該送信信号に基づく送信波の物標での反射波を受信した受信信号との差分周波数から得られるピーク信号を前記送信信号の周波数が上昇する第 1 期間と周波数が下降する第 2 期間とで抽出し、該抽出したピーク信号に基づいて物標の情報を導出するレーダ装置であって、

前回得られたピーク信号に基づいて、今回のピーク信号を予測する予測手段と、

所定の周波数の範囲内に存在するピーク信号の中から、前記予測したピーク信号に対応する今回のピーク信号を抽出する抽出手段と、を備え、

前記抽出手段は、前記所定の周波数の範囲内に、予測したピーク信号に対応する今回のピーク信号が存在しない場合には、前記周波数の範囲を広げることを特徴とするレーダ装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のレーダ装置において、

前記ピーク信号に基づいて、物標に対する角度を導出する導出手段をさらに備え、

前記抽出手段は、前記予測したピーク信号から導出された角度に対応する角度を有するピーク信号が存在しない場合に、前記周波数の範囲を広げることを特徴とするレーダ装置

【請求項 3】

請求項 2 に記載のレーダ装置において、

前記抽出手段は、前記予測したピーク信号から導出された角度との差が所定値以下の角度を有するピーク信号が存在しない場合に、前記周波数の範囲を広げることを特徴とするレーダ装置。

20

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 に記載のレーダ装置において、

前記予測手段は、前記第 1 期間及び第 2 期間の各ピーク信号に対して今回のピーク信号を予測し、

前記抽出手段は、前記第 1 期間及び第 2 期間の各ピーク信号の少なくとも一方について、予測したピークから導出された角度との差が所定値以下の角度を有するピーク信号が存在しない場合に、該ピーク信号が存在しない期間の前記周波数の範囲を広げることを特徴とするレーダ装置。

30

【請求項 5】

請求項 3 又は 4 に記載のレーダ装置において、

前記抽出手段は、前記周波数の範囲を広げた場合には、前記所定値を小さくすることを特徴とするレーダ装置。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載のレーダ装置において、

前記所定の周波数の範囲は、前記予測したピーク信号の周波数を中心とした範囲であることを特徴とするレーダ装置。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載のレーダ装置において、

前記抽出したピーク信号に基づいて物標の情報を導出する導出手段を備え、

前記第 1 期間及び第 2 期間のいずれか一方の期間で抽出したピーク信号から導出した角度のみが、前記予測したピーク信号から導出した角度に対応する角度である場合には、

前記導出手段は、第 1 期間及び第 2 期間で抽出した各ピーク信号の周波数と、前記対応する角度とに基づいて物標の情報を導出することを特徴とするレーダ装置。

40

【請求項 8】

所定周期で周波数が変わる送信信号と、該送信信号に基づく送信波の物標での反射波を受信した受信信号との差分周波数から得られるピーク信号を前記送信信号の周波数が上昇する第 1 期間と周波数が下降する第 2 期間とで抽出し、該抽出したピーク信号に基づいて

50

物標の情報を導出する信号処理方法であって、

(a) 前回得られたピーク信号に基づいて、今回のピーク信号を予測する工程と、

(b) 所定の周波数の範囲内に存在するピーク信号の中から、前記予測したピーク信号に対応する今回のピーク信号を抽出する工程と、を備え、

前記 (b) 工程は、前記所定の周波数の範囲内に、予測したピーク信号に対応する今回のピーク信号が存在しない場合には、前記周波数の範囲を広げて実行することを特徴とする信号処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、物標の導出における信号処理に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、車両に備えられたレーダ装置は、送信アンテナから送信波を射出し、射出された送信波を反射する物標からの反射波を受信アンテナで受信して、車両（レーダ装置）に対する物標の位置等を導出していた。この具体的な処理は次のとおりである。レーダ装置の信号処理部は、所定期間で周波数が変わる送信波に対応する送信信号と、反射波に対応する受信信号とをミキシングしてビート信号を生成する。つまり、信号処理部は、所定期間で周波数が上昇するUP区間と、周波数が下降するDOWN区間とのそれぞれの区間における送信信号と受信信号との差分周波数（ビート周波数）に基づくビート信号を生成する。

【0003】

次に、信号処理部は、ビート信号をFFT（Fast Fourier Transform）処理して周波数ごとの信号（以下、「変換信号」という。）を生成し、この変換信号のうち所定の信号レベルの閾値を超える信号をピーク信号として抽出する。そして、信号処理部は、所定の条件に基づきUP区間のピーク信号とDOWN区間のピーク信号とをペアリングし、ペアデータを導出する。

【0004】

例えば、信号処理部は、過去に導出したペアリングのデータに基づいて今回のペアデータを予測し（以下、「予測ペアデータ」という。）、その予測ペアデータから、今回のピーク信号を予測したピーク信号（以下、「履歴ピーク信号」という。）を導出して、UP区間及びDOWN区間の各々について履歴ピーク信号に対応する今回のピーク信号を抽出する。そして、信号処理部は、抽出した履歴ピーク信号の周波数や角度情報等から、対応する各区間の履歴ピーク信号をペアリングして、ペアデータを導出する。

【0005】

そして、信号処理部は、ペアデータに基づいて車両から物標までの距離（以下、「縦距離」という。）や、車両の進行方向に対して略直行する方向の車両に対する物標の距離（以下、「横距離」という。）を導出する。また、信号処理部は、車両に対する物標の相対速度や角度を導出する。そして、レーダ装置は、確定した物標の位置情報や相対速度等の情報を車両制御装置に出力し、車両制御装置はその物標の情報に応じて必要な車両制御を行う。なお、本発明と関連する技術としては、例えば、特許文献1がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2009-092429号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、車両の周辺に複数の物標が存在し、受信アンテナが複数の物標からの反射波を同時に受信した場合、FFT処理を行った後のUP区間及びDOWN区間では周波

10

20

30

40

50

数軸上に複数のピーク信号が出現する。また、これらの物標に対応するピーク信号と共にノイズに起因する信号も複数のピーク信号が出現する。

【0008】

特に、車両から同距離にある複数の物標に対応するピーク信号は同じ周波数に出現するため、これらを分離するために角度情報を導出する際に、先行車からの反射波の受信信号レベルよりも、防音壁等の路側物からの反射波の受信信号レベルが大きい場合などには、先行車の角度スペクトラムが、路側物の角度スペクトラムに隠されて抽出できない場合がある。このような場合、先行車が検出されないため、本来存在するはずの先行車が存在しないものとして、車両制御装置が誤った車両制御を行ってしまう可能性があった。

【0009】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、履歴ピークに対応する今回の角度ピークが正しく抽出できない場合に、誤った車両制御を行ってしまうことを回避する技術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】

【0010】

上記課題を解決するため、請求項1の発明は、所定周期で周波数が変わる送信信号と、該送信信号に基づく送信波の物標での反射波を受信した受信信号との差分周波数から得られるピーク信号を前記送信信号の周波数が上昇する第1期間と周波数が下降する第2期間とで抽出し、該抽出したピーク信号に基づいて物標の情報を導出するレーダ装置であって、前回得られたピーク信号に基づいて、今回のピーク信号を予測する予測手段と、所定の周波数の範囲内に存在するピーク信号の中から、前記予測したピーク信号に対応する今回のピーク信号を抽出する抽出手段と、を備え、前記抽出手段は、前記所定の周波数の範囲内に、予測したピーク信号に対応する今回のピーク信号が存在しない場合には、前記周波数の範囲を広げるレーダ装置である。

【0011】

また、請求項2の発明は、請求項1に記載のレーダ装置において、前記ピーク信号に基づいて、物標に対する角度を導出する導出手段をさらに備え、前記抽出手段は、前記予測したピーク信号から導出された角度に対応する角度を有するピーク信号が存在しない場合に、前記周波数の範囲を広げる。

【0012】

また、請求項3の発明は、請求項2に記載のレーダ装置において、前記抽出手段は、前記予測したピーク信号から導出された角度との差が所定値以下の角度を有するピーク信号が存在しない場合に、前記周波数の範囲を広げる。

【0013】

また、請求項4の発明は、請求項2又は3に記載のレーダ装置において、前記予測手段は、前記第1期間及び第2期間の各ピーク信号に対して今回のピーク信号を予測し、前記抽出手段は、前記第1期間及び第2期間の各ピーク信号の少なくとも一方について、予測したピークから導出された角度との差が所定値以下の角度を有するピーク信号が存在しない場合に、該ピーク信号が存在しない期間の前記周波数の範囲を広げる。

【0014】

また、請求項5の発明は、請求項3又は4に記載のレーダ装置において、前記抽出手段は、前記周波数の範囲を広げた場合には、前記所定値を小さくする。

【0015】

また、請求項6の発明は、請求項1ないし5のいずれか1項に記載のレーダ装置において、前記所定の周波数の範囲は、前記予測したピーク信号の周波数を中心とした範囲である。

【0016】

また、請求項7の発明は、請求項1ないし6のいずれか1項に記載のレーダ装置において、前記抽出したピーク信号に基づいて物標の情報を導出する導出手段を備え、前記第1期間及び第2期間のいずれか一方の期間で抽出したピーク信号から導出した角度のみが、

10

20

30

40

50

前記予測したピーク信号から導出した角度に対応する角度である場合には、前記導出手段は、第1期間及び第2期間で抽出した各ピーク信号の周波数と、前記対応する角度とに基づいて物標の情報を導出する。

【0017】

また、請求項8の発明は、所定周期で周波数が変わる送信信号と、該送信信号に基づく送信波の物標での反射波を受信した受信信号との差分周波数から得られるピーク信号を前記送信信号の周波数が上昇する第1期間と周波数が下降する第2期間とで抽出し、該抽出したピーク信号に基づいて物標の情報を導出する信号処理方法であって、(a)前回得られたピーク信号に基づいて、今回のピーク信号を予測する工程と、(b)所定の周波数の範囲内に存在するピーク信号の中から、前記予測したピーク信号に対応する今回のピーク信号を抽出する工程と、を備え、前記(b)工程は、前記所定の周波数の範囲内に、予測したピーク信号に対応する今回のピーク信号が存在しない場合には、前記周波数の範囲を広げて実行することを特徴とする信号処理方法である。

10

【発明の効果】

【0018】

請求項1ないし8の発明によれば、所定の周波数の範囲内に存在するピーク信号の中に、予測したピーク信号に対応する今回のピーク信号が存在しない場合に、周波数の範囲を広げるため、予測したピーク信号に対応する今回ピーク信号が所定範囲内から外れてしまっている場合であっても抽出することが可能になる。

【0019】

20

また、特に請求項2の発明によれば、ピーク信号から角度が導出できない場合に、抽出するピーク信号の周波数の範囲を広げることで、さらに抽出されたピーク信号から角度を導出することが可能になる。

【0020】

また、特に請求項3の発明によれば、ピーク信号から角度が導出できない場合や、導出した角度がずれてしまっている場合に、抽出するピーク信号の周波数の範囲を広げることで、さらに抽出されたピーク信号から角度を導出することが可能になる。

【0021】

また、特に請求項4の発明によれば、第1期間及び第2期間の少なくとも一方のピーク信号から導出された角度がずれてしまっている場合等に、その期間についてさらに抽出したピーク信号から角度を導出することが可能になる。

30

【0022】

また、請求項5の発明によれば、ピーク信号を抽出する周波数の範囲を広げると、所望のピーク信号以外のノイズ等を抽出してしまう可能性があるものの、角度の所定値を小さくすることでその可能性を小さくすることができる。

【0023】

また、請求項6の発明によれば、予測したピーク信号を中心とした周波数の範囲としているため、予測したピーク信号に対応する今回のピーク信号を効果的に抽出することができる。

【0024】

40

また、請求項7の発明によれば、第1期間及び第2期間のいずれか一方の期間で抽出したピーク信号の角度が、予測したピーク信号の角度に対応する角度でない場合であっても、ピーク信号の周波数が抽出されている場合には、その周波数を用いて物標の情報を導出する。これにより、例えば、予測したピーク信号の周波数を用いて導出する場合などと比較してより精度の高い情報を導出することができる。また、一方の期間で抽出したピーク信号の角度が、予測したピーク信号の角度に対応している場合には、その角度のみに基づいて物標の情報を導出することで、例えば、予測したピーク信号の角度を用いて導出する場合などと比較してより精度の高い情報を導出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

50

- 【図 1】図 1 は、車両の全体図である。
- 【図 2】図 2 は、車両制御システムのブロック図である。
- 【図 3】図 3 は、FM - CW方式の信号を示す図である。
- 【図 4】図 4 は、物標情報の導出処理を示すフローチャートである。
- 【図 5】図 5 は、物標情報の導出処理を示すフローチャートである。
- 【図 6】図 6 は、物標情報の導出処理を示すフローチャートである。
- 【図 7】図 7 は、ペアリング処理を示すフローチャートである。
- 【図 8】図 8 は、履歴ペアリング処理を示すフローチャートである。
- 【図 9】図 9 は、第 1 正常履歴ピーク判定処理を示すフローチャートである。
- 【図 10】図 10 (a) 及び (b) は、履歴ピーク信号を示す図である。
- 【図 11】図 11 (a) 及び (b) は、角度スペクトラムを示す図である。
- 【図 12】図 12 (a) 及び (b) は、角度スペクトラムを示す図である。
- 【図 13】図 13 は、第 2 正常履歴ピーク判定処理を示すフローチャートである。
- 【図 14】図 14 (a) は、履歴ピーク信号を示す図であり、(b) は、角度スペクトラムを示す図である。
- 【図 15】図 15 は、距離・相対速度等の導出処理を示すフローチャートである。

10

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について説明する。

【0027】

20

< 1 . 第 1 の実施の形態 >

< 1 - 1 . 構成 >

図 1 は、車両 CR の全体図である。車両 CR は、本実施の形態の車両制御システム 10 に含まれるレーダ装置 1 と、車両制御装置 2 とを備えている。車両 CR は、レーダ装置 1 を車両前方のバンパー近傍に備えている。このレーダ装置 1 は、一回の走査で所定の走査範囲を走査して、車両 CR と物標との車両進行方向に対応する距離、つまり、物標から反射した反射波がレーダ装置 1 の受信アンテナに到達するまでの距離（以下、「縦距離」という。）を導出する。また、レーダ装置 1 は、車両 CR と物標との車両横方向（車幅方向）に対応する距離、つまり、車両 CR の進行方向に仮想的に延伸する基準軸 BL に対して略直交する方向の車両 CR に対する物標の距離（以下、「横距離」という。）を導出する。なお、横距離は車両 CR に対する物標の角度の情報に対して三角関数の演算を行うことで導出される。このように、レーダ装置 1 は、車両 CR に対する物標の位置情報を導出する。また、レーダ装置 1 は、車両 CR の速度に対する物標の速度である相対速度を導出する。

30

【0028】

なお、図 1 にはレーダ装置 1 の後述する 2 つの送信アンテナ（図 2 に示す送信アンテナ 13 a および送信アンテナ 13 b）から送信される送信波のビームパターンが示されている。基準軸 BL を角度 ± 0 度とした場合、送信アンテナ 13 a から出力される送信波のビームパターン NA は、送信アンテナ 13 b から出力される送信波のビームパターン BA と比べて角度範囲が狭く（例えば、 ± 6 度）、縦距離が大きいシャープなビームパターンで出力される。縦距離が大きいのは送信波を出力する出力レベルが比較的大きいためである。

40

【0029】

また、これとは逆に送信アンテナ 13 b から出力される送信波のビームパターン BA は、送信アンテナ 13 a から送信される送信波のビームパターン NA と比べて角度範囲が広く（例えば ± 10 度）、縦距離が小さいブロードなビームパターンで出力される。縦距離が小さいのは送信波を出力する出力レベルが比較的小さいためである。そして、送信アンテナ 13 a で送信波を出力する送信期間と、送信アンテナ 13 b で送信波を出力する送信期間とのそれぞれの送信期間で異なるビームパターンの送信波を出力することで、物標の位相折り返しによる角度導出の誤りを防止できる。物標の角度導出処理については後述す

50

る。

【0030】

また、図1のレーダ装置1は、その搭載位置を車両前方のバンパー近傍としているが、前方のバンパー近傍に限らず、車両CRの後方のバンパー近傍及び車両CRの側方のサイドミラー近傍等、後述する車両制御装置2の車両CRの制御目的に応じて物標を導出できる搭載位置であれば他の部分であってもよい。

【0031】

また、車両CRは、車両CRの内部に車両制御装置2を備える。この車両制御装置2は、車両CRの各装置を制御するECU(Electronic Control Unit)である。

【0032】

図2は、車両制御システム10のブロック図である。車両制御システム10は、レーダ装置1と車両制御装置2とが電氣的に接続され、主にレーダ装置1で導出された位置情報及び相対速度の物標情報を車両制御装置2に出力する。つまり、レーダ装置1は、車両CRに対する物標の縦距離、横距離及び相対速度の情報である物標情報を車両制御装置2に出力する。そして、車両制御装置2が、物標情報に基づき車両CRの各種装置の動作を制御する。また、車両制御装置2は、車速センサ40及びステアリングセンサ41などの車両CRに設けられる各種センサと電氣的に接続されている。さらに、車両制御装置2は、ブレーキ50及びスロットル51などの車両CRに設けられる各種装置と電氣的に接続されている。

【0033】

レーダ装置1は、信号生成部11、発振器12、送信アンテナ13、受信アンテナ14、ミキサ15、LPF(Low Pass Filter)16、AD(Analog to Digital)変換器17、及び信号処理部18を備えている。

【0034】

信号生成部11は、後述する送信制御部107の制御信号に基づいて、例えば三角波状に電圧が変化する変調信号を生成する。

【0035】

発振器12は、電圧で発振周波数を制御する電圧制御発振器であり、信号生成部11で生成された変調信号に基づき所定周波数の信号(例えば、76.5GHz)を周波数変調し、76.5GHzを中心周波数とする周波数帯の送信信号として送信アンテナ13に出力する。

【0036】

送信アンテナ13は、送信信号に係る送信波を車両外部に出力する。本実施の形態のレーダ装置1は、送信アンテナ13a及び送信アンテナ13bの2本の送信アンテナを有している。送信アンテナ13a及び13bは、切替部131のスイッチングにより所定の周期で切り替えられ、発振器12と接続された送信アンテナ13から送信波が連続的に車両外部に出力される。送信アンテナ13aと送信アンテナ13bとはアンテナ素子の配置(アンテナパターン)が異なる。これにより、図1に示したように送信アンテナ13aおよび13bから送信される送信波のビームパターンが異なるものとなる。

【0037】

切替部131は、発振器12に接続する送信アンテナ13を切替えるスイッチであり、送信制御部107の信号により送信アンテナ13a及び送信アンテナ13bのいずれかの送信アンテナと発振器12とを接続する。

【0038】

受信アンテナ14は、送信アンテナ13から連続的に送信される送信波が物体に反射した反射波を受信する複数のアレーアンテナである。本実施の形態では、受信アンテナ14a(ch1)、14b(ch2)、14c(ch3)、及び14d(ch4)の4本の受信アンテナを備えている。なお、受信アンテナ14a~14dのそれぞれのアンテナは等間隔に配置されている。

【0039】

ミキサ15は、各受信アンテナに設けられている。ミキサ15は、受信信号と送信信号

10

20

30

40

50

とを混合する。そして、受信信号と送信信号との混合により送信信号と受信信号との差の信号であるビート信号が生成されて、LPF16に出力される。

【0040】

ここで、ビート信号を生成する送信信号と受信信号について、図3を用いてFM-CW (Frequency Modulated Continuous Wave) の信号処理方式を例に説明する。なお、本実施の形態では、以下にFM-CWの方式を例に説明を行うが、送信信号の周波数が上昇するUP区間と、送信信号の周波数が下降するDOWN区間といった複数の区間を組み合わせることで物標を導出する方式であれば、このFM-CWの方式に限定されない。

【0041】

また、下記に記載の数式や図3に示すFM-CWの信号やビート周波数等についての各記号は以下に示すものである。 f_r : 距離周波数、 f_d : 速度周波数、 f_0 : 送信波の中心周波数、 F : 周波数偏移幅、 f_m : 変調波の繰り返し周波数、 c : 光速 (電波の速度)、 T : 車両CRと物標との電波の往復時間、 f_s : 送信/受信周波数、 R : 縦距離、 V : 相対速度、 θ_m : 物標の角度、 θ_{up} : UP区間のピーク信号に対応する角度、 θ_{dn} : DOWN区間のピーク信号に対応する角度。

【0042】

図3はFM-CW方式の信号を示す図である。図3上段の図は、FM-CW方式の送信信号TX、および、受信信号RXの信号波形を示す図であり、縦軸は周波数 [GHz] を示し、横軸は時間 [msec] を示している。図中の送信信号TXは、中心周波数を f_0 (例えば、76.5GHz) として、所定周波数 (例えば76.6GHz) まで上昇した後に所定周波数 (例えば、76.4GHz) まで下降をするように200MHzの間で一定の変化を繰り返す。このように所定周波数まで周波数が上昇する区間 (「UP区間」ともいい、例えば、図3に示す、区間U1、U2、U3、および、U4がUP区間となる。) と、所定周波数まで上昇した後に所定の周波数まで下降する区間 (「DOWN区間」ともいい、例えば、区間D1、D2、D3、および、D4がDOWN区間になる。) とがある。また、送信アンテナ13から送信された送信波が物体にあたって反射波として受信アンテナ14に受信されると、受信アンテナ14を介して受信信号RXがミキサ15に入力される。この受信信号RXについても送信信号TXと同じように所定周波数まで周波数が上昇する区間と、所定周波数まで周波数が下降する区間とが存在する。

【0043】

なお、本実施の形態のレーダ装置1では、一つのUP区間である区間と一つのDOWN区間である区間の組み合わせを送信信号TXの1周期として、送信信号TXの2周期分に相当する送信波を車両外部に送信する。例えば、1周期目 (送信期間 $t_0 \sim t_1$ のUP区間の区間U1と、送信期間 $t_1 \sim t_2$ のDOWN区間の区間D1) では送信アンテナ13aからビームパターンNAの送信波が出力される。次の2周期目 (送信期間 $t_2 \sim t_3$ のUP区間の区間U2と、送信期間 $t_3 \sim t_4$ のDOWN区間の区間D2) では送信アンテナ13bからビームパターンBAの送信波が出力される。そして、信号処理部18が送信信号TXと受信信号RXとにより物標情報を導出するための信号処理を行う ($t_4 \sim t_5$ の信号処理区間)。その後、3周期目 (送信期間 $t_5 \sim t_6$ のUP区間の区間U3と、送信期間 $t_6 \sim t_7$ のDOWN区間の区間D3) では送信アンテナ13aからビームパターンNAの送信波が出力され、4周期目 (送信期間 $t_7 \sim t_8$ のUP区間U4と、送信期間 $t_8 \sim t_9$ のDOWN区間D4) では送信アンテナ13bからビームパターンBAの送信波が出力され、その後、信号処理部18が物標情報を導出するための信号処理を行う。そして、以降は同様の処理が繰り返される。

【0044】

なお、車両CRに対する物標の距離に応じて、送信信号TXに比べて受信信号RXに時間的な遅れ (時間T) が生じる。さらに、車両CRの速度と物標の速度との間に速度差がある場合は、送信信号TXに対して受信信号RXにドップラーシフト分の差が生じる。

【0045】

図3中段の図は、UP区間およびDOWN区間の送信信号TXと受信信号RXとの差分

により生じるビート周波数を示す図であり、縦軸は周波数 [kHz] を示し、横軸は時間 [msec] を示している。例えば、区間 U 1 ではビート周波数 B F 1 が導出され、区間 D 1 ではビート周波数 B F 2 が導出される。このように各区間において、ビート周波数が導出される。

【 0 0 4 6 】

図 3 の下段の図は、ビート周波数に対応するビート信号を示す図であり、縦軸は振幅 [V] を示し、横軸は時間 [msec] を示している。図中には、ビート周波数に対応するアナログ信号のビート信号 B S が示されており、当該ビート信号 B S が後述する L P F 1 6 でフィルタリングされた後、A D 変換器 1 7 によりデジタルデータに変換される。なお、図 3 では 1 つの反射点から受信した場合の受信信号 R X に対応するビート信号 B S が示されているが、送信信号 T X に対応する送信波が複数の反射点で反射し、複数の反射波として受信アンテナ 1 4 にて受信された場合は、受信信号 R X は複数の反射波に応じた信号が発生する。この場合、送信信号 T X との差分を示すビート信号 B S は、複数の受信信号 R X と送信信号 T X とのそれぞれの差分を合成したものとなる。

10

【 0 0 4 7 】

そして、ビート信号 B S が A D 変換器 1 7 によりデジタルデータに変換された後、U P 区間、D O W N 区間夫々に対して信号処理部 1 8 により F F T 処理されることで U P 区間、D O W N 区間で夫々ビート信号 B S の周波数ごとの信号レベルの値および位相情報を有する F F T データが取得される。尚、F F T データは各受信アンテナ 1 4 a ~ 1 4 d 毎に取得される。

20

【 0 0 4 8 】

そして、このようにして導出された複数の F F T データを用いて車両 C R に対する物標の縦距離、相対速度、および、横距離が導出される。主に角度導出においては、空間平均などの演算手法を行う場合にこのような複数の F F T データを用いて演算することで正確な角度情報が導出できる。

【 0 0 4 9 】

車両 C R に対する物標の縦距離は (1) 式により導出され、車両 C R に対する物標の相対速度は (2) 式により導出される。また、車両 C R に対する物標の角度は (3) 式により導出される。そして、(3) 式により導出された角度と物標の縦距離の情報から三角関数を用いた演算により、車両 C R に対する物標の横距離が導出される。

30

【 0 0 5 0 】

【 数 1 】

$$R = \frac{(f_{up} + f_{dn}) \cdot c}{2 \times (4 \times \Delta F \times f_m)} \dots\dots (1)$$

【 0 0 5 1 】

【 数 2 】

$$V = \frac{(f_{up} - f_{dn}) \cdot c}{2 \times (4 \times \Delta F \times f_m)} \dots\dots (2)$$

40

【 0 0 5 2 】

【数 3】

$$\theta_m = \frac{\theta_{up} + \theta_{dn}}{2} \dots\dots(3)$$

図 2 に戻り、L P F (Low Pass Filter) 1 6 は、所定周波数より低い周波数の成分を減少させることなく、所定周波数より高い周波数の成分を減少させるフィルタである。なお、L P F 1 6 もミキサ 1 5 と同様に各受信アンテナに設けられている。

10

【0053】

A D 変換器 1 7 は、アナログ信号であるビート信号を所定周期でサンプリングして、複数のサンプリングデータを導出する。そして、サンプリングされたデータを量子化することで、アナログデータのビート信号をデジタルデータに変換して、デジタルデータを信号処理部 1 8 に出力する。なお、A D 変換器 1 7 もミキサ 1 5 と同様に各受信アンテナに設けられている。

【0054】

信号処理部 1 8 は、C P U 1 8 1、および、メモリ 1 8 2 を備えるコンピュータであり、A D 変換器 1 7 から出力されたデジタルデータのビート信号を F F T 処理して F F T データを取得し、F F T データのビート信号の中から信号レベルの値が所定の閾値を超える信号をピーク信号として抽出する。そして、信号処理部 1 8 は、U P 区間のピーク信号と D O W N 区間のピーク信号とをペアリングして物標情報を導出する。また、信号処理部 1 8 は、抽出されたピーク信号が実際には存在しない物標に対応するゴーストピークか否かを判定して、ゴーストのピーク信号に対応する物標情報をレーダ装置の出力対象から除外する処理を行う。

20

【0055】

メモリ 1 8 2 は、C P U 1 8 1 により実行される各種演算処理などの実行プログラムを記録する。また、メモリ 1 8 2 は、信号処理部 1 8 が導出した複数の物標情報を記録する。例えば、過去の処理、および、今回の処理において導出された物標情報（物標の縦距離、横距離、および、相対速度）を記録する。さらに、メモリ 1 8 2 は、F F T 処理により取得された F F T データ 1 8 2 a を記録する。この F F T データ 1 8 2 a には、今回の物標導出処理における F F T データを含む過去の物標導出処理の F F T データが記憶されている。

30

【0056】

送信制御部 1 0 7 は信号処理部 1 8 と接続され、信号処理部 1 8 からの信号に基づき、変調信号を生成する信号生成部 1 1 に制御信号を出力する。また送信制御部 1 0 7 は、信号処理部 1 8 からの信号に基づき、送信アンテナ 1 3 a、および、送信アンテナ 1 3 b のいずれかの送信アンテナと発振器 1 2 とが接続する切替部 1 3 1 に制御信号を出力する。

【0057】

車両制御装置 2 は、車両 C R の各種装置の動作を制御する。つまり、車両制御装置 2 は、車速センサ 4 0、および、ステアリングセンサ 4 1 などの各種センサから情報を取得する。そして、車両制御装置 2 は、各種センサから取得した情報、および、レーダ装置 1 の信号処理部 1 8 から取得した物標情報に基づき、ブレーキ 5 0、および、スロットル 5 1 などの各種装置を作動させて車両 C R の挙動を制御する。

40

【0058】

車両制御装置 2 による車両制御の例としては次のようなものがある。車両制御装置 2 は、車両 C R が走行する自車線内で、車両 C R の前方を走行する前方車両を追従対象として走行する制御を行う。具体的には、車両制御装置 2 は、車両 C R の走行に伴いブレーキ 5 0、および、スロットル 5 1 の少なくとも一の装置を制御して、車両 C R と前方車両との間で所定の車間距離を確保した状態で車両 C R を前方車両に追従走行させる A C C (Adap

50

tive Cruise Control) の制御を行う。

【0059】

また、車両制御装置2による車両制御の例としては、車両CRの障害物への衝突に備え、車両CRの乗員を保護する制御もある。詳細には、車両CRが障害物に衝突する危険性がある場合に、車両CRのユーザに対して図示しない警報器を用いて警告の表示を行ったり、ブレーキ50を制御して車両CRの速度を低下させるPCS (Pre-Crash Safety System) の制御を行う。さらに、車両制御装置2は、車室内のシートベルトにより乗員を座席に固定し、または、ヘッドレストを固定して衝突時の衝撃による車両CRのユーザへのダメージを軽減するPCSの制御を行う。

【0060】

車速センサ40は、車両CRの車軸の回転数に基づいて車両CRの速度に応じた信号を出力する。車両制御装置2は、車速センサ40からの信号に基づいて、現時点の車両速度を取得する。

【0061】

ステアリングセンサ41は、車両CRのドライバーの操作によるステアリングホイールの回転角を検知し、車両CRの車体の角度の情報を車両制御装置2に送信する。

【0062】

ブレーキ50は、車両CRのドライバーの操作により車両CRの速度を減速させる。また、ブレーキ50は、車両制御装置2の制御により車両CRの速度を減速させる。例えば、車両CRと前方車両との距離を一定の距離に保つように車両CRの速度を減速させる。

【0063】

スロットル51は、車両CRのドライバーの操作により車両CRの速度を加速させる。また、スロットル51は、車両制御装置2の制御により車両CRの速度を加速させる。例えば、車両CRと前方車両との距離を一定の距離に保つように車両CRの速度を加速させる。

【0064】

< 1 - 2 . 全体の処理 >

図4～図6は、信号処理部18が行う物標情報の導出処理のフローチャートである。最初に信号処理部18は、送信波を生成する指示信号を送信制御部107に出力する(ステップS101)。そして、信号処理部18から指示信号が入力された送信制御部107により信号生成部11が制御され、送信信号TXに対応する送信波が生成される。生成された送信波は、車両外部に出力される。

【0065】

次に、送信波が物標に反射することによって到来する反射波を受信アンテナ14が受信し、反射波に対応する受信信号RXと送信信号TXとがミキサ15によりミキシングされ、送信信号と受信信号との差分の信号であるビート信号が生成される。そして、アナログ信号であるビート信号BSが、LPF16によりフィルタリングされ、AD変換器17によりデジタルデータに変換され、信号処理部18に入力される。

【0066】

信号処理部18は、デジタルデータのビート信号に対してFFT処理を行い(ステップS102)、周波数ごとのビート信号の信号レベルの値および位相情報を有するFFTデータを取得する。

【0067】

次に、信号処理部18は、FFTデータのビート信号のうち信号レベルの値が所定の閾値を超えるビート信号をピーク信号として抽出する(ステップS103)。なお、この処理で送信期間2周期分のUP区間と、DOWN区間との全て区間のピーク信号が抽出され、ピーク信号数が確定する。

【0068】

そして、信号処理部18はピーク抽出処理で抽出されたピーク信号の中から、過去の物標導出処理で導出された物標と時間的な連続性を有するピーク信号を抽出する履歴ピーク

10

20

30

40

50

抽出処理を行う（ステップ S 1 0 4）。

【 0 0 6 9 】

次に、信号処理部 1 8 は、車両 C R の車速センサ 4 0 の自車速の情報から U P 区間のピーク信号と D O W N 区間のピーク信号との周波数差がその速度に対応する各区間のピーク信号を静止物に対応するピーク信号として抽出する処理を行う（ステップ S 1 0 5）。ここで、静止物とは、車両 C R の速度と略同じ相対速度を有する物標をいう。また、特定速度で移動し、車両 C R の速度と異なる相対速度を有する物標を以下では移動物という。

【 0 0 7 0 】

なお、このように履歴ピーク抽出（ステップ S 1 0 4）、および、静止物ピーク抽出（ステップ S 1 0 5）の処理を行うのは、信号処理部 1 8 が車両制御装置 2 に対して優先的に出力する必要性のある物標に対応するピーク信号を選択するためである。例えば、前回処理で導出された物標と時間的な連続性を有する今回処理の物標のピーク信号は、前回処理で導出されていない新規に導出された物標と比べて物標が実際に存在する確率が高いため優先順位が高い場合があり、また、移動物に対応するピーク信号は静止物に対応するピーク信号よりも車両 C R と衝突する可能性が高いため優先順位が高い場合がある。

10

【 0 0 7 1 】

そして、信号処理部 1 8 は U P 区間および D O W N 区間のそれぞれの区間において、ピーク信号に基づいて方位演算を行う（ステップ S 1 0 6）。詳細には信号処理部 1 8 は、所定の方位演算アルゴリズムによって物標の方位（角度）を導出する。例えば、方位演算アルゴリズムは、E S P R I T (Estimation of Signal Parameters via Rotational Invariance Techniques) であり、各受信アンテナ 1 4 a ~ 1 4 d における受信信号の位相情報から相関行列の固有値、および、固有ベクトル等が演算されて、U P 区間のピーク信号に対応する角度 θ_p と、D O W N 区間のピーク信号に対応する角度 θ_n とが導出される。そして、U P 区間および D O W N 区間の各ピーク信号がペアリングされた場合に、上述の (3) 式により物標の角度が導出される。また、1 つのピーク信号の周波数の情報は、物標の距離と相対速度の情報に対応しているが、1 つのピーク信号の周波数に複数の物標の情報が含まれているときがある。例えば、車両 C R に対する物標の位置情報において、距離が同じ値で角度が異なる値の複数の物標の情報が、同じ周波数のピーク信号に含まれている場合がある。このような場合、異なる角度からの複数の反射波の位相情報はそれぞれ異なる位相情報となるため、信号処理部 1 8 は、各反射波の位相情報に基づいて 1 つのピーク信号に対して異なる角度に存在する複数の物標情報を導出する。

20

30

【 0 0 7 2 】

ここで、方位演算を行う場合、物標の角度によっては、位相が 360 度回転して物標が存在する本来の角度とは異なる角度情報が導出される場合がある。具体的には、例えば、受信アンテナで受信した物標からの反射波の位相情報が 420 度の場合、実際の物標は、図 1 で示したビームパターン N A 以外のビームパターン B A の領域に物標が存在するときでも、位相折り返しにより位相情報が 60 度 (420 度 - 360 度) と判定され、ビームパターン B A には含まれないビームパターン N A の領域に物標が存在するとする誤った角度情報が導出されるときがある。そのため、送信アンテナ 1 3 a および 1 3 b の 2 つのビームパターンの送信波を出力するより物標の正確な角度を導出する。

40

【 0 0 7 3 】

具体的には各ビームパターンの送信波に対する反射波に基づいて次のように角度を導出する。反射波の位相情報が 60 度の場合に、送信アンテナ 1 3 a の送信波の反射波と、送信アンテナ 1 3 b の送信波の反射波とに対応するそれぞれの角度スペクトラムの信号レベルの値を比べて、送信アンテナ 1 3 a の送信波の反射波に対応する角度スペクトラムの信号レベルの値が大きい場合は、ビームパターン B A の領域を除くビームパターン N A の領域内の位相情報 60 度に対応する角度を物標の角度として導出する。また、送信アンテナ 1 3 b の送信波の反射波に対応する角度スペクトラムの信号レベルの値が大きい場合は、ビームパターン N A の領域を除くビームパターン B A の領域内の位相情報 420 度に対応する角度を物標の角度として導出する。このように送信信号 T X の 2 周期分の送信波で各周期ご

50

とに異なるピームパターンの送信波を出力することで、方位演算を行う場合の位相折り返しによる物標の誤った角度情報の導出を防止している。

【0074】

次に、信号処理部18は、UP区間のピーク信号とDOWN区間のピーク信号とをペアリングするペアリング処理を行う(ステップS107)。このペアリング処理は、ステップS103の処理で導出された全ピーク信号のうち履歴ピーク抽出処理(ステップS104)で抽出された履歴ピーク信号については、UP区間の履歴ピーク信号とDOWN区間の履歴ピーク信号とでペアリング処理が行われる。また、静止物ピーク抽出処理(ステップS105)で抽出された静止物ピーク信号については、UP区間の静止物ピーク信号とDOWN区間の静止物ピーク信号とでペアリング処理が行われる。さらに、ピーク抽出処理で抽出された全ピーク信号のうち履歴ピーク信号と静止物ピーク信号とを除いた残りのピーク信号については、UP区間の残りのピーク信号とDOWN区間の残りのピーク信号とでペアリングの処理が行われる。

10

【0075】

なお、UP区間のピーク信号とDOWN区間のピーク信号とのペアリング処理は、例えば、マハラノビス距離を用いた演算を用いて行われる。具体的には、レーダ装置1を車両CRに搭載する前に試験的にUP区間のピーク信号とDOWN区間のピーク信号とをペアリングする中で正しい組み合わせでペアリングされた正常ペアデータと、誤った組み合わせでペアリングされたミスペアデータとのデータを複数取得し、複数の正常ペアデータにおけるUP区間のピーク信号とDOWN区間のピーク信号との「信号レベルの値の差」、

20

【0076】

「角度の値の差」、および、「角度スペクトラムの信号レベルの値の差」の3つのパラメータ値から、複数の正常ペアデータの3つのパラメータごとの平均値を導出し、予めメモリ182に記憶する。

そして、レーダ装置1を車両CRに搭載した後に、信号処理部18が物標情報を導出する場合、今回処理で取得されたFFTデータのピーク信号のうちUP区間のピーク信号とDOWN区間のピーク信号のすべての組み合わせの3つのパラメータ値と、複数の正常ペアデータの3つのパラメータごとの平均値とを用いて以下に示す(4)式によりマハラノビス距離を導出する。信号処理部18は、マハラノビス距離が最小の値となる今回処理のペアデータを正常ペアデータとして導出する。ここで、マハラノビス距離は、平均が $\mu = (\mu_1, \mu_2, \mu_3)^T$ で、共分散行列が Σ であるような多変数ベクトル $x = (x_1, x_2, x_3)$ で表される一群の値に対するもので(4)式により導出される。なお、 μ_1, μ_2, μ_3 は正常ペアデータの3つのパラメータの値を示し、 x_1, x_2, x_3 は今回処理のペアデータの3つのパラメータの値を示す。

30

【0077】

【数4】

$$D_M(x) = \sqrt{(x - \mu)^T \Sigma^{-1} (x - \mu)} \quad \dots\dots(4)$$

40

そして、信号処理部18は、このペアリング処理において正常ペアデータのパラメータの値と上述の(1)式~(3)式とを用いて、正常ペアデータの縦距離、相対距離、および、角度に基づく横距離を導出する。なお、履歴ピーク信号を用いたペアリング処理の詳細については後述する。

【0078】

次に、信号処理部18は、今回の物標導出処理によりペアリングされた今回ペアデータと、前回の処理によってペアリングされた前回ペアデータとの間に時間的に連続する関係が存在するか否かの連続性判定処理を行う(ステップS108)。ここで、両者に時間的

50

に連続する関係がある（連続性がある）場合とは、例えば、前回ペアデータに基づいて今回ペアデータを予測した予測ペアデータを生成し、今回ペアデータと予測ペアデータとの縦距離、横距離、および、相対速度における差の値が所定値以内の場合である。この場合、今回処理により導出された物標と、過去処理により導出された物標とが同一物標であると判定される。なお、信号処理部 18 は、所定値以内に複数の今回ペアデータが存在する場合、最も予測ペアデータとの差の値が小さい今回ペアデータを前回の処理の物標情報と時間的に連続する関係を有するものと判定する。

【0079】

また、信号処理部 18 は、今回ペアデータと予測ペアデータとの縦距離、横距離、および、相対速度の差の値が所定値以内ではない場合に、今回ペアデータと前回物標情報とに時間的に連続する関係がない（連続性がない）と判定する。そして、このように連続性がないと判定されたペアデータは今回の物標導出処理において初めて導出されたデータ（以下、「新規ペアデータ」となる。なお、新規ペアデータの場合は、以下で説明するフィルタ処理等の処理では、予測ペアデータが存在しないため、新規ペアデータの距離、相対速度、角度、および、信号レベルの値が今回の物標導出処理における一つの物標の距離、相対速度、角度、および、信号レベルの値の情報となる。また、信号処理部 18 は、連続性判定において、所定回数連続して連続性があると判定された場合（すなわち、同一物標であると判定された場合）は、検出した物標を真の物標として確定する処理も行う。

10

【0080】

次に信号処理部 18 は、車両 CR の速度とペアデータの相対速度の情報から移動物に対応するペアデータを導出する（ステップ S 109）。この処理を行うことで優先的に処理する必要性のあるペアデータを判定できる。

20

【0081】

そして、信号処理部 18 は、今回ペアデータと予測ペアデータとに時間的に連続する関係が存在する場合は、今回ペアデータと予測ペアデータとの間で縦距離、相対速度、横距離、および、信号レベルの値のフィルタリングを行い（ステップ S 110）、フィルタリングされたペアデータ（以下、「過去対応ペアデータ」という。）を今回の処理の物標情報として導出する。

【0082】

例えば、両者に時間的に連続する関係が有る場合に、信号処理部 18 は、横距離について予測ペアデータの横距離に 0.75 の値の重み付けを行い、今回ペアデータの横距離に 0.25 の値の重み付けを行って、両方の値を足し合わせたものを今回の物標導出処理の過去対応ペアデータの横距離として導出する。なお、縦距離、相対速度、および、信号レベルの値についても同様にフィルタ処理を行う。

30

【0083】

次に、信号処理部 18 は、車両 CR の制御には必要のない静止物を導出する上下方物処理を行う（ステップ S 111）。具体的には、静止物の車両 CR の車高方向の位置が所定の高さよりも高い（例えば、車両 CR の車高よりも高い）位置に存在する静止物（例えば、車道の上方に設けられている片持式や門型式の道路標識など）を導出する。また、車両 CR の車高よりも低い位置に存在する静止物（例えば、道路の中央分離帯やカーブに設置されている反射板の付いたチャッターバーなどの道路標識など）を導出する。このようにして導出された静止物は後述する不要物除去処理で物標情報が除去され、レーダ装置 1 から物標情報として車両制御装置 2 に出力されることはない。

40

【0084】

そして、信号処理部 18 は、今回処理の次に行われる処理（次回処理）において、履歴ピーク抽出処理（ステップ S 104）に用いる次回物標データの予測値（予測縦距離、予測相対速度、予測横距離等）を導出する。具体的には、車両制御を行う上で優先順位の高い 20 個の物標情報を導出して、UP 区間、DOWN 区間夫々のピーク信号の予測値を算出しておくことで次回処理における履歴ピークの導出処理に用いる。優先順位については、ACC 制御を行う場合は、車両 CR の走行している自車線上に相当する横位置を有し、

50

車両 C R との縦距離が比較的小さい物標の優先順位が高く、隣接車線に相当する横位置で、車両 C R との縦距離が比較的大きい物標の優先順位が低い。また、P C S の場合は、衝突余裕時間 (Time-To-Collision、以下「T T C」という。) の比較的短い物標の優先順位が高く、T T C の比較的長い物標の優先順位が低い。

【 0 0 8 5 】

次に、信号処理部 1 8 は、車両 C R の走行する自車線のカーブ半径の情報と、物標の縦距離、および、横距離の情報とから、カーブ半径に応じた物標の横距離を導出する。詳細には車両 C R の図示しないステアリングホイールを車両 C R のドライバが操作することでステアリングセンサ 4 1 から入力されるステアリングホイールの回転角の情報に応じて直線および曲線に仮想的に変化する基準軸 B L に対する物標の横距離 (相対横距離) を導出し、車両 C R に対する物標の相対横距離と縦距離とに基づき、予めメモリ 1 8 2 に記憶された相対横距離と縦距離とをパラメータとする二次元のマップデータから物標が自車線上に存在する確率 (以下、「自車線確率」という。) を導出する。

10

【 0 0 8 6 】

そして、信号処理部 1 8 は、これまでの処理で導出された物標情報に対して、車両制御装置 2 への出力が不要な物標を除去する処理を行う (ステップ S 1 1 4) 。例えば、信号処理部 1 8 は、上述のステップ S 1 1 1 の上下方物処理で導出された物標情報の除去や、所定距離以上に存在する実際の物標に対応するピーク信号と、レーダ装置 1 の電源装置の D C - D C コンバータのスイッチングノイズとの干渉 (相互変調) で生じる実際に存在しない物標に対応するゴーストピークの物標情報の除去などを行う。

20

【 0 0 8 7 】

次に、信号処理部 1 8 は、複数の物標情報に対して一つの物体に対応する物標情報にまとめる処理を行う (ステップ S 1 1 5) 。これは、例えば、レーダ装置 1 の送信アンテナ 1 3 から送信波を射出した場合、送信波が前方車両に反射するとき、受信アンテナ 1 4 に受信される反射波は複数存在する。つまり、同一物体における複数の反射点からの反射波が受信アンテナ 1 4 に到来する。その結果、信号処理部 1 8 はそれぞれの反射波に基づき位置情報の異なる物標情報を複数導出するが、もともとは一つの車両の物標情報なので、各物標情報を一つにまとめて同一物体の物標情報として取り扱う処理である。そのため、複数の物標情報の各相対速度が略同一で、各物標情報の縦距離および横距離が所定範囲内であれば、信号処理部 1 8 は複数の物標情報を同一物体における物標情報とみなし、当該複数の物標情報を一つの物標に対応する物標情報にまとめる結合処理を行う。

30

【 0 0 8 8 】

そして、信号処理部 1 8 は、ステップ S 1 0 8 の処理で結合処理された物標情報から車両制御装置 2 に出力する優先順位の高い物標情報を車両制御装置 2 に出力する (ステップ S 1 1 6) 。

【 0 0 8 9 】

< 1 - 3 . ペアリング処理 >

次に、本実施の形態に係るペアリング処理 (ステップ S 1 0 7) の詳細について図 7 ~ 図 1 5 に基づいて説明する。図 7 は、ペアリング処理を示すフローチャートである。本実施の形態におけるペアリング処理は、ピーク抽出処理 (ステップ S 1 0 3) で抽出された U P 区間のピーク信号と D O W N 区間のピーク信号とをペアリングし、ペアリングしたペアデータを基に距離や相対速度等の物標情報を導出する処理である。以下、具体的に説明する。

40

【 0 0 9 0 】

まず、信号処理部 1 8 は、履歴ペアリング処理 (ステップ S 1 1 7) を行う。履歴ペアリング処理とは、ピーク抽出処理で抽出されたピーク信号のうちの、履歴ピーク抽出処理 (ステップ S 1 0 4) にて抽出された履歴ピークに対して行うペアリング処理である。また、履歴ペアリング処理は、前回処理で導出したペアデータ (前回ペアデータ) に基づいて今回ペアデータを予測した予測ペアデータを導出し、この予測ペアデータを用いて実際の今回ペアデータを導出する処理である。

50

【 0 0 9 1 】

具体的には、信号処理部 1 8 は、ピーク信号をペアリングしてペアデータを導出する処理と逆の処理を行い、前回ペアデータの各ピーク信号（前回ピーク信号）を導出する。そして、信号処理部 1 8 は、前回ピーク信号から、今回のピーク信号を予測した予測ピーク信号を導出し、予測ピーク信号と履歴ピーク信号とを比較して、予測ピーク信号に対応する履歴ピーク信号を抽出する。

【 0 0 9 2 】

すなわち、信号処理部 1 8 は、前回ペアデータから、UP 区間のピーク信号及び DOWN 区間のピーク信号（前回 UP ピーク信号及び前回 DN ピーク信号）を導出する。そして、前回 UP ピーク信号から、今回の UP 区間のピーク信号を予測した予測 UP ピーク信号を導出し、前回 DN ピーク信号から、今回の DOWN 区間のピーク信号を予測した予測 DN ピーク信号を導出する。

10

【 0 0 9 3 】

そして、信号処理部 1 8 は、その予測 UP ピーク信号と UP 区間の履歴ピーク信号とを比較して、予測 UP ピーク信号に対応する履歴ピーク信号（以下、「履歴 UP ピーク信号」という。）を抽出する。また、信号処理部 1 8 は、予測 DN ピーク信号と DOWN 区間の履歴ピーク信号とを比較して、予測 DN ピーク信号に対応する履歴ピーク信号（以下、「履歴 DN ピーク信号」という。）を抽出する。そして、履歴 UP ピーク信号と履歴 DN ピーク信号とをペアリングすることで今回のペアデータ（以下、「履歴ペアデータ」という。）を導出する。

20

【 0 0 9 4 】

ここで、図 8 を用いて履歴ペアリング処理を詳細に説明する。図 8 は、履歴ペアリング処理を示すフローチャートである。信号処理部 1 8 は、まず、第 1 正常履歴ピーク判定処理（ステップ S 1 2 1）を行う。第 1 正常履歴ピーク判定処理とは、所定周波数の範囲内に含まれる履歴ピーク信号の中から予測 UP ピーク信号及び予測 DN ピーク信号に対応する履歴ピーク信号を抽出する処理である。

【 0 0 9 5 】

図 9 を用いて第 1 正常履歴ピーク判定処理について具体的に説明する。信号処理部 1 8 は、前回の走査で導出された全ペアデータのうち、履歴フラグが ON に設定されているペアデータを抽出する（ステップ S 1 2 7）。履歴フラグとは、履歴ペアリング処理を実行するか否かを示すフラグであり、本実施の形態では ON の場合に実行するようにしている。次に、信号処理部 1 8 は、履歴フラグが ON に設定されているペアデータの中から、優先自転車レーン先行車状態フラグが ON に設定されているペアデータを抽出する（ステップ S 1 2 8）。優先自転車レーン先行車状態フラグとは、自転車と同じレーンを走行する先行車のうち、最も自転車に近い位置に存在する先行車である場合に ON に設定され、それ以外の場合には OFF に設定されるフラグである。

30

【 0 0 9 6 】

そして、信号処理部 1 8 は、ステップ S 1 2 7 及びステップ S 1 2 8 にて抽出した前回ペアデータから予測ピーク信号を導出する（ステップ S 1 2 9）。具体的には、信号処理部 1 8 は、UP 区間及び DOWN 区間の各ピーク信号をペアリングしてペアデータを導出する処理と逆の処理を実行して、前回ペアデータを UP 区間及び DOWN 区間の各ピーク信号に分離する。そして、信号処理部 1 8 は、各ピーク信号の周波数及び角度情報を用いて予測 UP ピーク信号及び予測 DN ピーク信号を導出する。

40

【 0 0 9 7 】

次に、信号処理部 1 8 は、UP 区間及び DOWN 区間の各々について、予測ピーク信号の周波数を基準にした所定周波数の範囲内にある履歴ピーク信号の中から、予測ピーク信号に対応する履歴ピーク信号を抽出する（ステップ S 1 3 0）。具体的には、まず、信号処理部 1 8 は、予測 UP ピーク信号の周波数を中心にした 6 BIN（低周波数側及び高周波数側に各々 3 BIN ずつ）の範囲内に存在する履歴ピーク信号の中から、予測 UP ピーク信号と対応する履歴 UP ピーク信号を抽出する。また、信号処理部 1 8 は、予測 DN ピ

50

ーク信号の周波数を中心にした6BINの範囲内に存在する履歴ピーク信号の中から、予測DNピーク信号と対応する履歴DNピーク信号を抽出する。なお、1BINは、約468Hzである。

【0098】

そして、信号処理部18は、抽出した履歴ピーク信号から導出される角度と、予測ピーク信号から導出される角度(予測角度)との差が4度以下の履歴ピーク信号を抽出する(ステップS131)。具体的には、信号処理部18は、抽出した履歴UPピーク信号から上述した方位演算と同様の処理により角度を導出する。そして、信号処理部18は、この導出した角度と、予測UPピーク信号から導出した予測角度とを比較し、その角度の差が4度以内である履歴UPピーク信号(以下、「正常履歴UPピーク信号」という。)を抽出する。また、信号処理部18は、履歴DNピーク信号も同様に、履歴DNピーク信号から導出した角度と、予測DNピーク信号から導出した予測角度とを比較して、その角度の差が4度以内である履歴DNピーク信号(以下、「正常履歴DNピーク信号」という。)を抽出する。

10

【0099】

これらステップS130及びステップS131の処理について図10及び図11を用いて説明する。図10は、履歴ピーク信号を示す図であり、図10(a)は、UP区間の履歴ピーク信号を示しており、図10(b)は、DOWN区間の履歴ピーク信号を示している。信号処理部18は、予測UPピーク信号の周波数 f_{eup} を中心にして、高周波数側と低周波数側の各々3BINの範囲内で予測UPピーク信号に対応する履歴ピーク信号を検索する。図10(a)に示す場合には、対応する履歴ピーク信号 f_{up} が存在しており、信号処理部18は、この履歴ピーク信号を履歴UPピーク信号 f_{up} として抽出する。同様に、信号処理部18は、予測DNピーク信号の周波数 f_{edn} を中心にして、高周波数側及び低周波数側の各々3BINの範囲内で予測DNピーク信号に対応する履歴ピーク信号を検索する。図10(b)に示す場合には、対応する履歴ピーク信号 f_{dn} が存在しており、信号処理部18は、この履歴ピーク信号を履歴DNピーク信号として抽出する。

20

【0100】

次に、信号処理部18は、抽出した履歴UPピーク信号 f_{up} から方位演算により角度 θ_{up} を導出する。図11(a)は、履歴UPピーク信号 f_{up} から導出された角度スペクトラムである。信号処理部18は、予測UPピーク信号から導出された予測角度 θ_{eup} から4度以内に θ_{up} が含まれているか否かを判定する。そして、角度 θ_{up} が予測角度 θ_{eup} から4度以内にある場合には、履歴UPピーク信号 f_{up} が正常履歴UPピーク信号となる。

30

【0101】

同様に、信号処理部18は、抽出した履歴DNピーク信号 f_{dn} から方位演算により角度 θ_{dn} を導出する。図11(b)は、履歴DNピーク信号 f_{dn} から導出された角度スペクトラムである。信号処理部18は、予測DNピーク信号から導出された予測角度 θ_{edn} から4度以内に θ_{dn} が含まれているか否かを判定する。そして、角度 θ_{dn} が予測角度 θ_{edn} から4度以内にある場合には、履歴DNピーク信号 f_{dn} が正常履歴DNピーク信号となる。

40

【0102】

なお、上記4度の範囲内に、履歴UPピーク信号 f_{up} から導出された角度 θ_{up} が複数ある場合には、予測角度 θ_{eup} に最も近い角度 θ_{up} を正常履歴UPピーク信号の角度として用いる。履歴DNピーク信号 f_{dn} についても同様である。

【0103】

図9に戻り、信号処理部18は、正常履歴ピーク判定処理を行う(ステップS132)。正常履歴ピーク判定処理とは、正常履歴UPピーク信号及び正常履歴DNピーク信号の双方とも存在するか否かを判定する処理である。具体的には、信号処理部18は、ステップS130及びステップS131の条件を満たす正常履歴UPピーク信号及び正常履歴DNピーク信号が存在する場合に、正常履歴ピーク信号が存在すると判定する。なお、こ

50

れら正常履歴UPピーク信号及び正常履歴DNピーク信号が、後述する履歴ペアデータとなる組み合わせである。これに対して、正常履歴UPピーク信号及び正常履歴DNピーク信号のいずれか一方又は双方が存在しない場合には、正常履歴ピーク信号は存在しないと判定する。

【0104】

ここで、正常履歴UPピーク信号及び正常履歴DNピーク信号の一方が存在しない場合について図12を用いて説明する。図12は、図11と同様にして抽出された履歴UPピーク信号及び履歴DNピーク信号から導出された角度スペクトラムを示す図である。図12に示す例では、履歴UPピーク信号 f_{up} から導出された角度 θ_{up} は、予測角度 e_{up} の4度以内に含まれており、抽出された履歴UPピーク信号 f_{up} は正常履歴UPピーク信号である。

10

【0105】

これに対して、履歴DNピーク信号から導出された角度スペクトラムは、本来存在するはずの角度 θ_{dn} がピークとして現れず検出できないため、この履歴DNピーク信号は、ステップS131の条件を満たさない。この要因は、例えば、先行車と同じ距離に存在する路側物等からの反射波の強度が強く、先行車の角度ピークが路側物等の角度ピークに含まれてしまい、ピークとして現れなくなってしまうことにある。この場合、信号処理部18は、履歴DNピーク信号は正常履歴DNピーク信号ではなく、正常履歴ピーク信号は存在しないと判定する。

20

【0106】

図8に戻り、信号処理部18は、第1正常履歴ピーク判定の結果、正常履歴ピーク信号が存在すると判定した場合には(ステップS122でYes)、履歴ペアデータ導出処理を行う(ステップS126)。この場合、抽出した正常履歴UPピーク信号と正常履歴DNピーク信号とをペアリングすることで履歴ペアデータが導出される。一方、信号処理部18は、正常履歴ピーク信号が存在しないと判定した場合には(ステップS122でNo)、第2正常履歴ピーク判定処理を行う(ステップS123)。

【0107】

第2正常履歴ピーク判定処理とは、第1正常履歴ピーク判定処理とは異なる周波数の範囲に含まれる履歴ピーク信号の中から予測UPピーク信号及び予測DNピーク信号に対応する履歴ピーク信号を抽出する処理である。上述のように、本来存在するはずの角度にピークが現れない場合であっても、他の周波数の履歴ピーク信号に、目的とする角度ピークが現れる可能性があるため、本実施の形態では、検索する周波数の範囲を広げて、第1正常履歴ピーク判定処理と同様の処理を行う。

30

【0108】

図13を用いて第2正常履歴ピーク判定処理について具体的に説明する。信号処理部18は、前回の走査で導出された全ペアデータのうち、履歴フラグがONに設定されているペアデータを抽出する(ステップS133)。次に、信号処理部18は、履歴フラグがONに設定されているペアデータの中から、優先自転車レーン先行車状態フラグがONに設定されているペアデータを抽出する(ステップS134)。これらステップS133及びステップS134は、上述したステップS127及びステップS128と同様の処理である。

40

【0109】

そして、信号処理部18は、抽出した前回ペアデータに基づいて自転車両との距離を導出し、条件(1)距離が50m以下、条件(2)距離が50mより大かつ80m以下、条件(3)距離が80mより大かつ100m以下のいずれであるかを判定する(ステップS135)。そして、信号処理部18は、第1正常履歴ピーク判定処理のときよりも広い範囲の周波数領域で、距離に応じた履歴ピーク信号の抽出処理を行う。

【0110】

なお、第2正常履歴ピーク判定処理は、第1正常履歴判定処理において、正常履歴UPピーク信号及び正常履歴DNピーク信号のうち、抽出できなかった区間に対して行う。こ

50

のため、以下では、UP区間では正常履歴UPピーク信号が抽出できたが、DOWN区間では正常履歴DNピーク信号が抽出できなかった場合を例に挙げて説明する。ただし、これに限定されず、第2正常履歴ピーク判定処理は、UP区間及びDOWN区間の両区間で行ってもよい。

【0111】

具体的には、条件(1)距離が50m以下である場合には、信号処理部18は、上記と同様にして導出した予測DNピーク信号の周波数を中心にした10BIN(低周波数側及び高周波数側に各々5BINずつ)の範囲内に存在する履歴ピーク信号の中から、予測DNピーク信号と対応する履歴ピーク信号(履歴DNピーク信号)を抽出する(ステップS136)。

10

【0112】

そして、信号処理部18は、予測角度との差が1.5度以下であるか、又は、予測相対横距離との差が0.9m以下の履歴DNピーク信号(正常履歴DNピーク信号)を抽出する(ステップS137)。具体的には、信号処理部18は、ステップS136で抽出した履歴DNピーク信号から角度及び相対横距離を導出する。そして、信号処理部18は、この導出した角度と、予測DNピーク信号から導出した予測角度とを比較し、その角度の差が1.5度以下である履歴DNピーク信号を抽出する。また、この条件に該当しなくても、信号処理部18は、履歴DNピーク信号から導出した相対横距離と、予測DNピーク信号から導出した相対横距離(予測相対横距離)とを比較して、その距離の差が0.9m以下である履歴DNピーク信号を抽出する。すなわち、信号処理部18は、これらいずれかの条件を満たす履歴DNピーク信号を抽出する。

20

【0113】

これらステップS136及びステップS137の処理について図14を用いて説明する。図14(a)は、履歴DNピーク信号を示す図であり、図14(b)は、角度スペクトラムを示す図である。図14(a)に示すように、信号処理部18は、予測DNピーク信号の周波数 f_{edn} を中心にして、高周波側と低周波側の各5BINの範囲内で予測DNピーク信号に対応する履歴ピーク信号を検索する。図14(a)に示す例では、対応する履歴ピーク信号 f_{dn1} が存在しているものの、履歴ピーク信号 f_{dn1} は角度ピークが存在せず、正常履歴DNピーク信号でないものとする。この場合であっても図14(a)では、5BINの範囲内に、予測DNピーク信号に対応する履歴ピーク信号 f_{dn2} が存在している。このため、信号処理部18は、この履歴ピーク信号を履歴DNピーク信号として抽出する。

30

【0114】

次に、信号処理部18は、抽出した履歴DNピーク信号 f_{dn2} から角度 d_{n2} を導出する。図14(b)は、履歴DNピーク信号 f_{dn2} から導出された角度スペクトラムである。信号処理部18は、予測DNピーク信号から導出された予測角度 e_{dn} と d_{n2} との差が1.5度以下であるか否かを判定する。そして、角度 d_{n2} と予測角度 e_{dn} との差が1.5度以下である場合には、履歴DNピーク信号 f_{dn2} が正常履歴DNピーク信号となる。

40

【0115】

また、角度 d_{n2} と予測角度 e_{dn} との差が1.5度以下でない場合であっても、履歴DNピーク信号 f_{dn2} から導出された相対横距離と、予測DNピーク信号から導出された予測相対横距離との差が0.9m以下であれば、履歴DNピーク信号 f_{dn2} が正常履歴DNピーク信号となる。

【0116】

図13に戻り、条件(2)距離が50mより大かつ80m以下である場合も同様に、信号処理部18は、予測DNピーク信号の周波数を中心にした10BINの範囲内に存在する履歴ピーク信号の中から、予測DNピーク信号と対応する履歴DNピーク信号を抽出する(ステップS138)。そして、信号処理部18は、抽出した履歴DNピーク信号から導出した角度と、予測DNピーク信号から導出した角度との差が1.0度以下であるか否

50

かを判定する（ステップS 1 3 9）。そして、各角度の差が1.0度以内である場合には、抽出した履歴DNピーク信号が正常履歴DNピーク信号となる。これら各処理は、上記条件（1）距離が50m以下の場合と同様である。

【0117】

さらに、条件（3）距離が80mより大かつ100m以下である場合も同様に、信号処理部18は、予測DNピーク信号の周波数を中心にした10BINの範囲内に存在する履歴ピーク信号の中から、予測DNピーク信号と対応する履歴DNピーク信号を抽出する（ステップS 1 4 0）。そして、信号処理部18は、抽出した履歴DNピーク信号から導出した角度と、予測DNピーク信号から導出した角度との差が0.5度以下であるか否かを判定する（ステップS 1 4 1）。そして、各角度の差が0.5度以内である場合には、抽出した履歴DNピーク信号が正常履歴DNピーク信号となる。これら各処理も、上記条件（1）距離が50m以下の場合と同様である。

10

【0118】

なお、上記条件（1）～（3）の各々の場合において、10BINの範囲内に、予測DNピーク信号に対応する正常履歴DNピーク信号が複数抽出された場合には、自車両に最も近いBINの正常履歴DNピーク信号を用いる。さらに、BINが同一の正常履歴DNピーク信号が複数抽出された場合には、相対横距離と予測相対横距離との差が最も小さい正常履歴DNピーク信号を用いる。これは、第2正常履歴ピーク判定処理において、正常履歴UPピーク信号を抽出する処理を行う場合や、両方のピーク信号を抽出する処理を行う場合であっても同様である。

20

【0119】

そして、信号処理部18は、正常履歴ピーク判定処理を実行する（ステップS 1 4 2）。第1正常履歴ピーク判定処理で、正常履歴UPピーク信号は存在するが、正常履歴DNピーク信号が存在しないと判定された場合には、信号処理部18は、上記条件（1）～（3）のいずれかの条件を満たす正常履歴DNピーク信号が存在するか否かを判定する。存在する場合には、信号処理部18は、正常履歴ピーク信号が存在すると判定する。この場合には、第1正常履歴ピーク判定処理で取得した正常履歴UPピーク信号と、第2正常履歴ピーク判定処理で取得した正常履歴DNピーク信号とが、後述する履歴ペアデータとなる組み合わせになる。これに対して、第2正常履歴ピーク判定処理においても、正常履歴DNピーク信号が存在しないと判定された場合には、信号処理部18は、正常履歴ピーク信号は存在しないと判定する。

30

【0120】

また、第1正常履歴ピーク判定処理で、正常履歴UPピーク信号と正常履歴DNピーク信号との双方とも存在しないと判定された場合には、信号処理部18は、上記条件（1）～（3）のいずれかの条件を満たす正常履歴UPピーク信号及び正常履歴DNピーク信号の双方とも存在するか否かを判定する。双方とも存在する場合には、信号処理部18は、正常履歴ピーク信号が存在すると判定する。この場合には、第2正常履歴ピーク判定処理で取得した正常履歴UPピーク信号と、正常履歴DNピーク信号とが、後述する履歴ペアデータとなる組み合わせになる。これに対して、第2正常履歴ピーク判定処理において、正常履歴UPピーク信号及び正常履歴DNピーク信号のいずれか又は双方とも存在しないと判定された場合には、信号処理部18は、正常履歴ピーク信号は存在しないと判定する。

40

【0121】

図8に戻り、信号処理部18は、第2正常履歴ピーク判定処理の結果、正常履歴ピーク信号が存在すると判定した場合には（ステップS 1 2 4でYes）、履歴ペアデータ導出処理を行う（ステップS 1 2 6）。この場合、抽出した正常履歴UPピーク信号と正常履歴DNピーク信号とをペアリングすることで履歴ペアデータが導出される。一方、信号処理部18は、正常履歴ピーク信号が存在しないと判定した場合には（ステップS 1 2 4でNo）、片側履歴ピーク判定処理を行う（ステップS 1 2 5）。

【0122】

50

片側履歴ピーク判定処理とは、第1正常履歴ピーク判定処理において、正常履歴UPピーク信号及び正常履歴DNピーク信号のいずれか一方は抽出できたものの、他方は抽出できなかった履歴ピーク信号を検索する処理である。

【0123】

第1正常履歴ピーク判定処理においては、信号処理部18は、正常履歴UPピーク信号と正常履歴DNピーク信号との双方が存在するか否かを判定している。従って、いずれか一方が存在しない場合には正常履歴ピーク信号と判定しないものの、一方のみが存在する旨の判定結果は保持している。このため、片側履歴ピーク判定処理では、信号処理部18は、第1正常履歴ピーク判定処理の結果から、正常履歴UPピーク信号及び正常履歴DNピーク信号の一方のみが存在する履歴ピーク信号を抽出する。そして、信号処理部18は、このような履歴ピーク信号が存在する場合には、片側履歴ピーク信号が存在すると判定し、このような履歴ピーク信号が存在しない場合には、片側履歴ピーク信号は存在しないと判定する。

10

【0124】

そして、上記各判定処理の結果に基づいて履歴ペアデータを導出する(ステップS126)。第1正常履歴ピーク判定処理及び第2正常履歴ピーク判定処理において、正常履歴ピーク信号が存在すると判定された場合には、正常履歴UPピーク信号及び正常履歴DNピーク信号の双方が存在しているため、信号処理部18は、これらをペアリングすることで履歴ペアデータを導出する。

【0125】

一方、片側履歴ピーク判定処理において、片側履歴ピーク信号が存在すると判定された場合には、正常履歴UPピーク信号及び正常履歴DNピーク信号の一方のみが存在する。このため、信号処理部18は、角度情報が取得できた履歴ピーク信号と、角度情報が取得できなかった履歴ピーク信号とをペアリングすることで履歴ペアデータを導出する。例えば、上述の例の場合、信号処理部18は、FFT処理後のピーク信号が存在し角度情報も導出できた正常履歴UPピーク信号と、FFT処理後のピーク信号は存在するものの角度情報が導出できない履歴DNピーク信号とをペアリングして履歴ペアデータを導出する。

20

【0126】

なお、正常履歴UPピーク信号及び正常履歴DNピーク信号の一方は存在するが、他方は予測ピーク信号に対応する履歴ピーク信号が抽出できない場合(すなわち、FFT処理後のピーク信号も存在せず、角度情報も導出できない場合)には、信号処理部18は、存在する正常履歴UPピーク信号又は正常履歴DNピーク信号と、他方の予測DNピーク信号又は予測UPピーク信号とをペアリングすることで履歴ペアデータを導出する。

30

【0127】

このように、本実施の形態では、予測ピーク信号の周波数を基準とした所定周波数の範囲内で対応する履歴ピーク信号が抽出できなかった場合に、検索する周波数の範囲を広げて再度処理を実行する。このため、路側物等のピーク信号の影響を受けて角度ピークが現れなかった場合などであっても、範囲を広げた周波数に存在する履歴ピーク信号を用いてペアデータを導出することができる。ただし、検索する周波数の範囲を広げると、ノイズとなるピーク信号を検出してしまう可能性も高まる。このため、検索する周波数範囲を広げた際には検索する角度範囲を狭めることとしている。これにより、従来の周波数範囲では検出できなかった物標を検出することが可能となり、誤った物標を検出したり、本来存在するはずの物標を検出しなかったりすることが防止できるため、誤った車両制御を行ってしまうことを回避することができる。

40

【0128】

なお、上記の説明では、優先自転車レーン先行車状態フラグがONに設定されているペアデータに対して履歴ペアリング処理(ステップS117)を実行する内容について説明したが、これに加えて、ステップS121~ステップS126を実行した後に、優先自転車レーン先行車状態フラグがOFFに設定されているペアデータについて履歴ペアリング処理を実行してもよい。優先自転車レーン先行車状態フラグがOFFに設定されているペアデー

50

タに対する履歴ペアリング処理は、ステップ S 1 2 1、ステップ S 1 2 2、ステップ S 1 2 5、ステップ S 1 2 6 の処理である。

【 0 1 2 9 】

図 7 に戻り、履歴ペアリング処理を実行した後は、静止物ペアリング処理を行う（ステップ S 1 1 8）。これは、静止物ピーク抽出処理で抽出された静止物ピークに対して行うペアリング処理である。この処理は、上述したステップ S 1 0 7 のペアリング処理と同様の方法で行うことができる。

【 0 1 3 0 】

また、静止物ペアリング処理を実行した後は、新規ペアリング処理を行う（ステップ S 1 1 9）。これは、ピーク抽出処理で抽出したピーク信号のうち、履歴ピーク信号及び静止物ピーク信号を除いたピーク信号に対して行うペアリング処理である。この処理についても、上述したステップ S 1 0 7 のペアリング処理と同様の方法で行うことができる。

【 0 1 3 1 】

次に、信号処理部 1 8 は、距離や相対速度等を導出する（ステップ S 1 2 0）。すなわち、信号処理部 1 8 は、上記各ペアリング処理にて導出したペアデータに基づいて縦距離、相対速度、角度及び横距離等の導出処理を実行する。静止物ペアリング処理にて導出した静止物ペアデータと、新規ペアリング処理にて導出した新規ペアデータとに基づいて導出する場合は、上記（ 1 ）式～（ 3 ）式を用いた場合と同様にして行うことができる。以下では、履歴ペアリング処理にて導出した履歴ペアデータに基づいた導出処理について図 1 5 を用いて説明する。

【 0 1 3 2 】

図 1 5 は、距離・相対速度等の導出処理を示すフローチャートである。信号処理部 1 8 は、片側履歴ペアフラグが ON に設定されている履歴ペアデータを抽出する（ステップ S 1 4 3）。片側履歴ペアフラグとは、上記片側履歴ピーク判定処理において、片側履歴ピーク信号が存在すると判定された際に ON に設定されるフラグである。従って、片側履歴ペアフラグが ON の場合には、履歴ペアデータは、正常履歴 UP ピーク信号及び正常履歴 DN ピーク信号のうちのいずれか一方のみを有しており、他方は履歴 DN ピーク信号又は履歴 UP ピーク信号であるか、予測 DN ピーク信号又は予測 UP ピーク信号である。

【 0 1 3 3 】

次に、信号処理部 1 8 は、優先自転車レーン先行車状態フラグが ON に設定されている履歴ペアデータを抽出する（ステップ S 1 4 4）。これは、履歴ペアリング処理（ステップ S 1 1 7）を実行した履歴ペアデータを抽出する処理である。片側履歴ピーク判定処理は、優先自転車レーン先行車状態フラグが ON に設定されている場合に実行する処理であるため、通常はこのフラグは ON である。そして、信号処理部 1 8 は、抽出した履歴ペアデータのピーク信号に FFT ピーク信号（FFT 処理後のピーク信号）が存在するか否かを判定する（ステップ S 1 4 5）。

【 0 1 3 4 】

FFT ピーク信号が存在する場合には、FFT ピーク信号を用いて距離等を導出する（ステップ S 1 4 6）。例えば、上述した例のように、正常履歴 UP ピーク信号と、履歴 DN ピーク信号とからなる履歴ペアデータの場合には、信号処理部 1 8 は、正常履歴 UP ピーク信号の FFT ピーク信号と、履歴 DN ピーク信号の FFT ピーク信号とを用いて距離や相対速度等を導出する。また、履歴 DN ピーク信号には角度情報がないため、信号処理部 1 8 は、正常履歴 UP ピーク信号の角度情報を、履歴ペアデータの角度として導出する。

【 0 1 3 5 】

これら距離等は、上記（ 1 ）式～（ 3 ）式を用いて導出することができる。すなわち、（ 1 ）式及び（ 2 ）式においては、 f_{up} は正常履歴 UP ピーク信号の FFT ピーク信号の周波数を用い、 f_{dn} は履歴 DN ピーク信号の FFT ピーク信号の周波数を用いる。また、（ 3 ）式においては、 u_p は正常履歴 UP ピーク信号から導出した角度を用い、 d_n は導出できていないため用いない。従って、履歴ペアデータの角度は、 $m = u_p$

10

20

30

40

50

となる。

【0136】

一方、優先自転車レーン先行車状態フラグがONでない場合や、履歴ペアデータのピーク信号にFFTピーク信号が存在しない場合には、予測ピーク信号を用いて距離等を導出する(ステップS148)。これらの場合には、履歴ペアデータのうちの一方が予測ピーク信号であるため、この予測ピーク信号を用いることとしている。例えば、正常履歴UPピーク信号と、予測DNピーク信号とからなる履歴ペアデータの場合には、信号処理部18は、正常履歴UPピーク信号のFFTピーク信号と、予測DNピーク信号とを用いて距離や相対速度を導出する。また、予測DNピーク信号からは予測した角度情報を導出することも可能であるが、信号処理部18は、正常履歴UPピーク信号の角度情報を、履歴ペアデータの角度として導出する。

10

【0137】

これら距離等は、上記(1)式～(3)式を用いて導出することができる。すなわち、(1)式及び(2)式においては、 f_{up} は正常履歴UPピーク信号のFFTピーク信号の周波数を用い、 f_{dn} は予測DNピーク信号のFFTピーク信号の周波数を用いる。また、(3)式においては、 θ_{up} は正常履歴UPピーク信号から導出した角度を用い、 θ_{dn} には何も用いない。従って、履歴ペアデータの角度は、 $\theta = \theta_{up}$ となる。

【0138】

次に、信号処理部18は、履歴ペアデータの各ピーク信号のFFTピーク信号を用いて距離等を導出した場合には、生存カウンタを保持し(ステップS147)、予測ピーク信号のFFTピーク信号を用いて距離等を導出した場合には、生存カウンタを減少させる(ステップS149)。生存カウンタとは、検出したペアデータを物標として確定すると、その後の走査において検出したペアデータの信頼性に応じて増減させるカウンタであり、同一物標であることの信頼性が高い場合には増加させ、低い場合には減少させるカウンタである。生存カウンタは、信頼性の低い状態が継続した場合には物標をロストさせるために用いられる。

20

【0139】

例えば、本実施の形態では、信号処理部18は、正常履歴ピーク信号が存在する場合にはカウンタを2増加させ、正常履歴ピーク信号も片側履歴ピーク信号も存在しない場合にはカウンタを1減少させている。これに対して、片側履歴ピーク信号が存在する場合には、信号処理部18は、履歴ピーク信号の抽出の有無に応じて変える。

30

【0140】

具体的には、信号処理部18は、UP区間及びDOWN区間の各区間において予測ピーク信号に対応する履歴ピーク信号を抽出した場合(FFTピーク信号が存在する場合)には生存カウンタを保持する(ステップS147)。すなわち、信号処理部18は、UP区間及びDOWN区間の履歴ピーク信号のFFTピーク信号を用いて距離等を導出した場合には、生存カウンタを保持する。これに対して、信号処理部18は、いずれか一方の区間において予測ピーク信号に対応する履歴ピーク信号を抽出しない場合(FFTピーク信号が存在しない場合)には生存カウンタを1減少させる(ステップS149)。すなわち、信号処理部18は、UP区間及びDOWN区間のいずれかで予測ピーク信号を用いて距離等を導出した場合には、生存カウンタを1減少させる。

40

【0141】

FFTピーク信号が存在しない場合には、予測ピーク信号を用いるためペアデータの信頼性は低いと考えられ、信号処理部18は、物標をロストさせる方にカウンタを操作する(カウンタを減少させる)。しかしながら、FFTピーク信号が存在する場合には、角度情報が導出できない場合であっても、実在する物標のピーク信号が路側物等の影響により検出できなかった可能性がある。このため、カウンタを減少させてしまうと同様の状態が連続して継続した場合に物標をロストさせてしまう可能性があるため、物標が存在する可能性を含む場合にはロストさせない方にカウンタを操作する(カウンタを保持する)こととしている。

50

【0142】

なお、上記では履歴ペアリング処理にて導出した履歴ペアデータに基づいた導出処理において片側履歴ピーク信号が存在する場合について説明したが、他の場合について説明する。正常履歴ピーク信号が存在する場合には、抽出した各区間の履歴ピーク信号のFFTピーク信号を用いて距離及び相対速度を導出し、各区間の履歴ピーク信号のFFTピーク信号から導出した角度情報を用いてペアデータの角度を導出すればよい。また、正常履歴ピーク信号も片側履歴ピーク信号も存在しない場合には、UP区間及びDOWN区間の双方で予測ピーク信号を用いて距離、相対速度及び角度を導出すればよい。

【0143】

このように、本実施の形態では、片方のピーク信号から角度情報が導出できない場合であっても、FFTピーク信号が抽出できている場合には、予測ピーク信号のFFTピーク信号ではなく、実際に抽出したFFTピーク信号を用いてペアデータを導出し、距離等の情報を導出している。実際に抽出したFFTピーク信号を用いることで、予測ピーク信号を用いた場合よりも信頼性の高い距離等の情報を導出することができる。

10

【0144】

以上、本発明の実施の形態について説明してきたが、この発明は上記各実施の形態に限定されるものではない。また、上記各実施の形態は、適宜に組み合わせ可能である。

【0145】

また、上記各実施の形態では、プログラムに従ったCPUの演算処理によってソフトウェア的に各種の機能が実現されると説明したが、これら機能のうちの一部は電気的なハードウェア回路により実現されてもよい。また逆に、ハードウェア回路によって実現される機能のうちの一部は、ソフトウェア的に実現されてもよい。

20

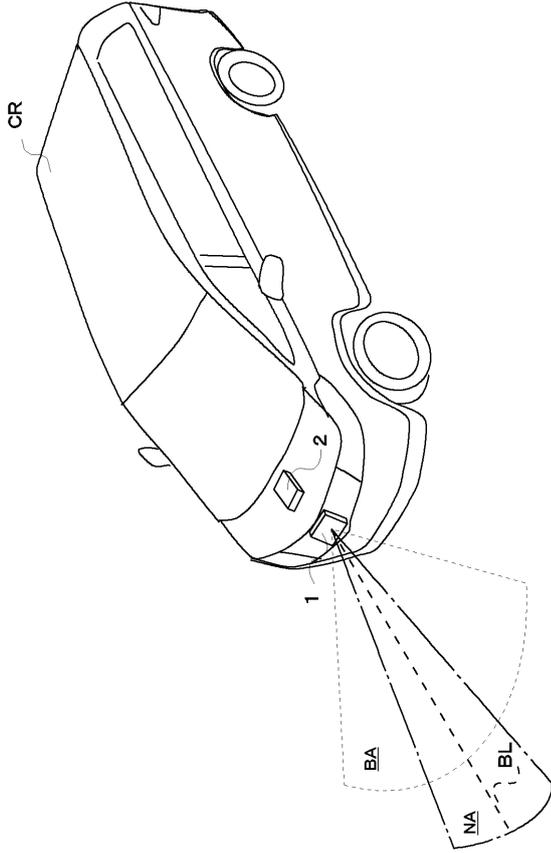
【符号の説明】

【0146】

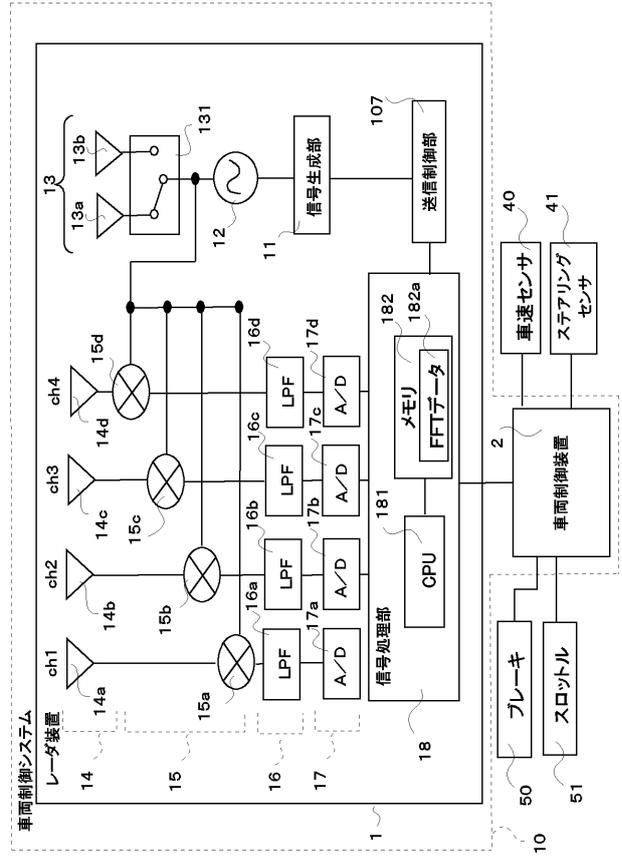
- 1 レーダ装置
- 10 車両制御システム
- 11 信号生成部
- 12 発振器
- 13 送信アンテナ
- 14 受信アンテナ
- 15 ミキサ
- 16 LPF
- 17 AD変換部
- 18 信号処理部

30

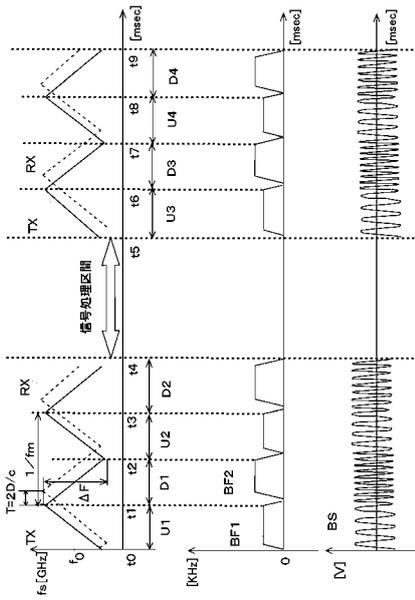
【図1】



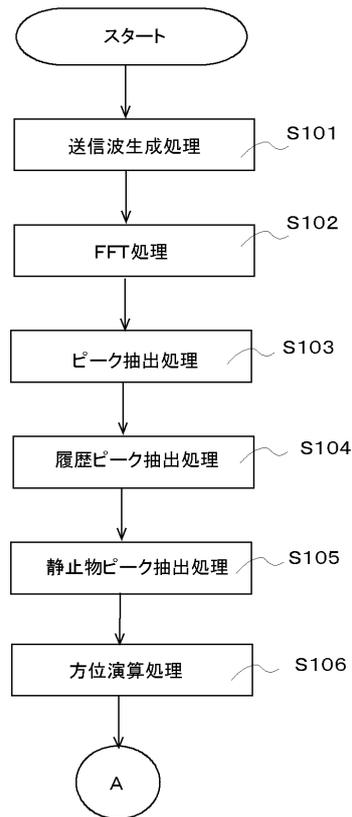
【図2】



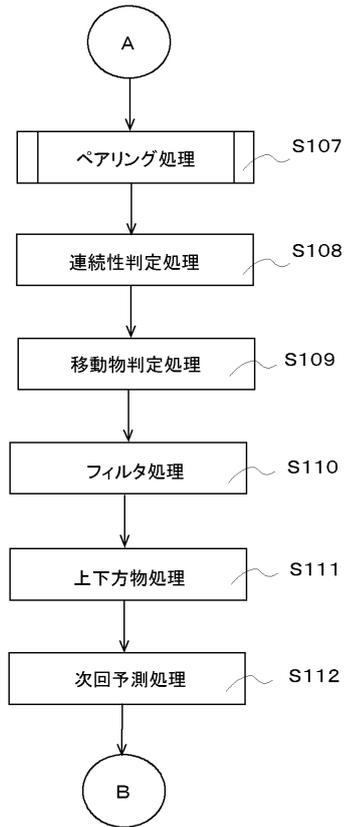
【図3】



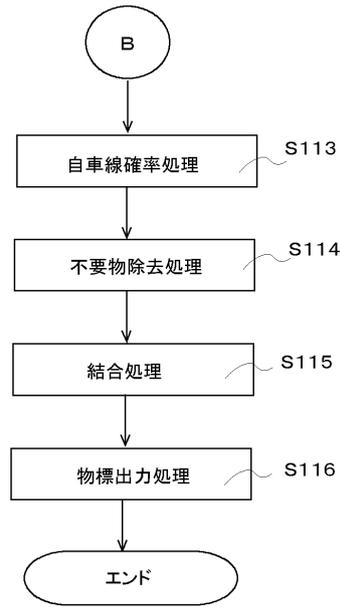
【図4】



【 図 5 】

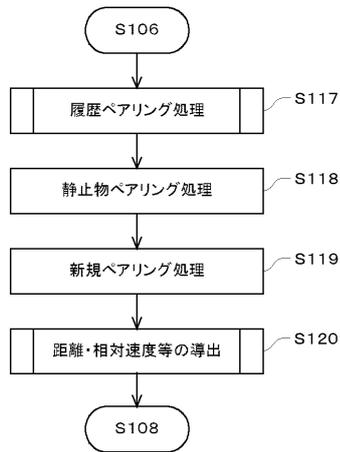


【 図 6 】



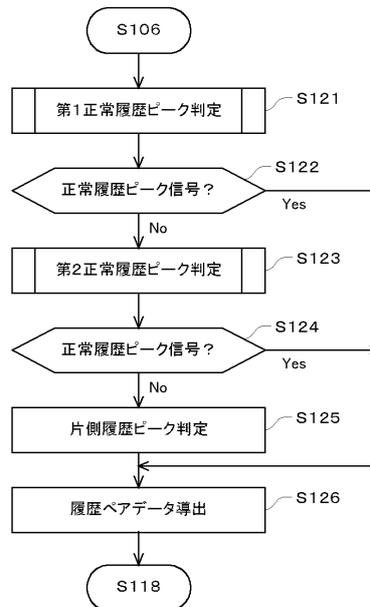
【 図 7 】

ベアリング処理(S107)



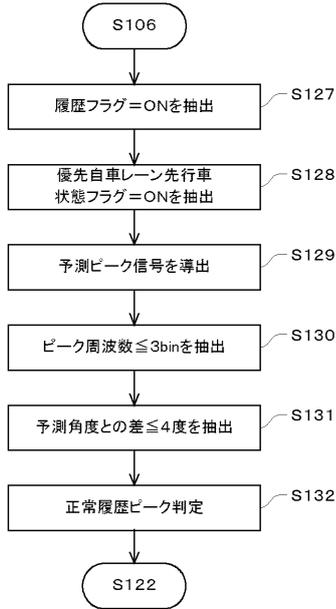
【 図 8 】

履歴ベアリング処理(S117)

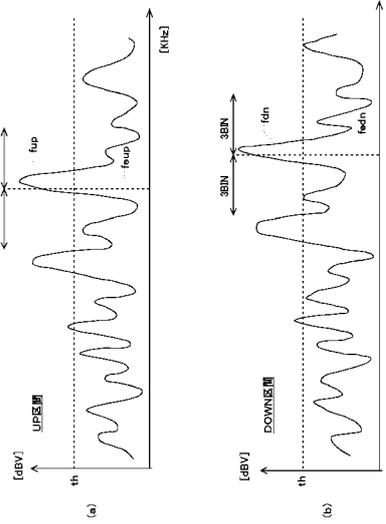


【 図 9 】

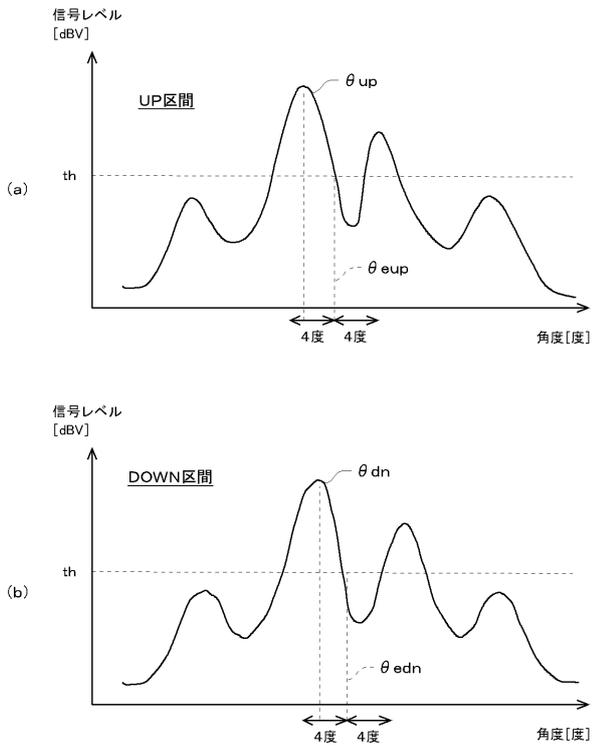
第1正常履歴ピーク判定(S121)



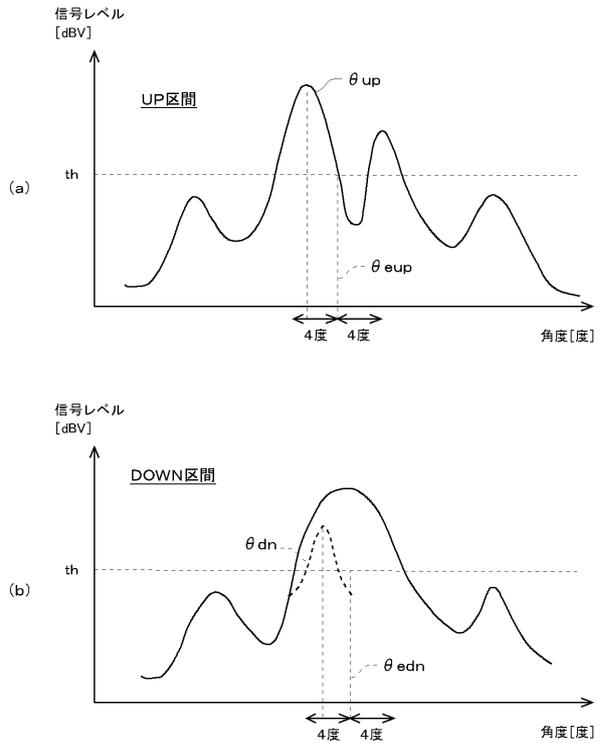
【 図 10 】



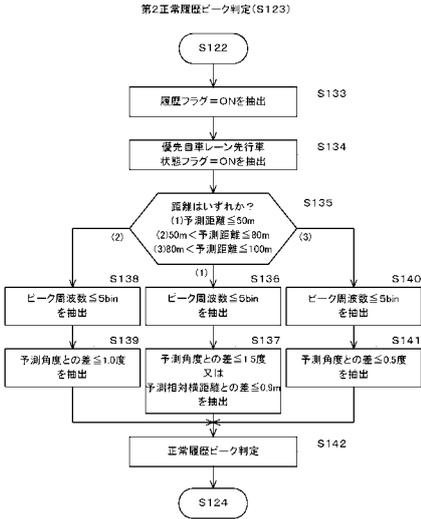
【 図 11 】



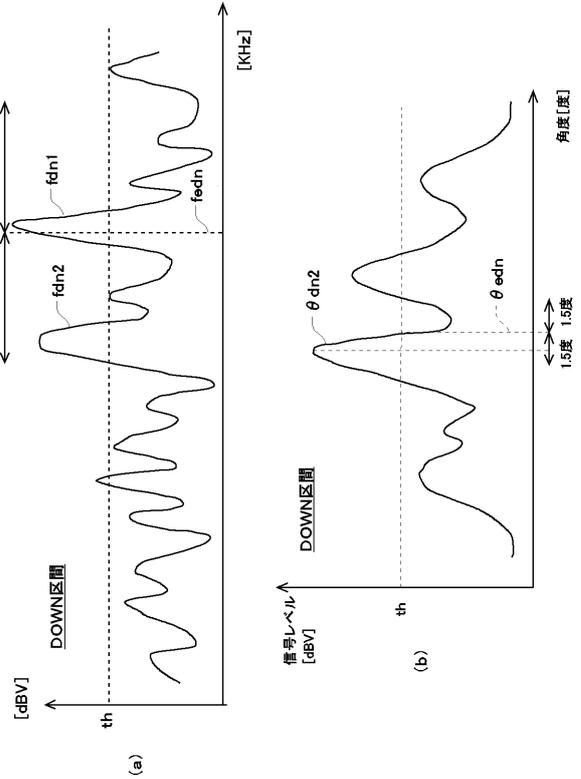
【 図 12 】



【 図 1 3 】

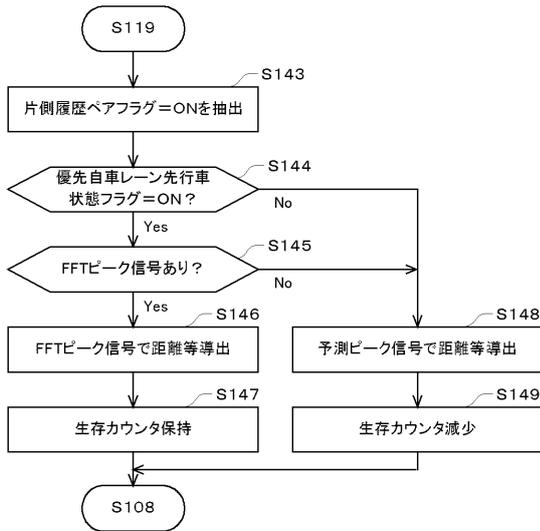


【 図 1 4 】



【 図 1 5 】

距離・相対速度等の導出(S120)



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)
G 0 8 G	1/16	(2006.01)	G 0 8 G	1/16	C	