

(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
2013 年 11 月 28 日(28.11.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/175558 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 13/42 (2006.01) G01S 13/93 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/062966
- (22) 国際出願日: 2012 年 5 月 21 日(21.05.2012)
- (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(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 相澤 一郎 (AIZAWA, Ichiro) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 伊東 忠重, 外(ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号

丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 16 階 Tokyo (JP).

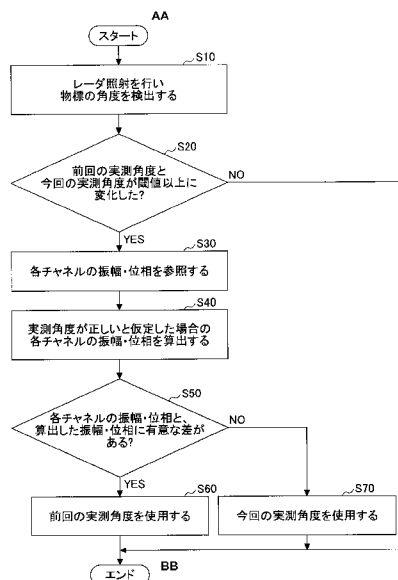
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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

[続葉有]

(54) Title: RADAR DEVICE AND ANGLE VERIFICATION METHOD

(54) 発明の名称: レーダ装置、角度検証方法

【図13】



S10 Perform radar irradiation and detect angle of target
S20 Do previous actual measured angle and current actual measured angle vary by a threshold value or more?
S30 Reference amplitude/phase of each channel
S40 Compute amplitude/phase of each channel for case in which actual measured angle is assumed to be correct
S50 Is there a significant difference between the amplitude/phase of each channel and the computed amplitude/phase?
S60 Use previous actual measured angle
S70 Use current actual measured angle
AA Start
BB End

(57) Abstract: A radar device for receiving, through use of a plurality of antennas, transmission waves reflected by a target, the radar device characterized by having: a signal analysis means for analyzing reception waves received by each of the plurality of antennas and calculating, for each antenna, the amplitude and phase of a reception wave of a frequency having a peak reception strength; an azimuth detection means for detecting the azimuth of the target on the basis of the phase of the reception waves received by each of the plurality of antennas; an estimated amplitude/phase output means for outputting, for each antenna, the amplitude and phase of reception waves estimated to be received by the antenna when the target is present at the azimuth detected by the azimuth detection means; and a comparison means for comparing, for each antenna, the amplitude calculated by the signal analysis means and the amplitude outputted by the estimated amplitude/phase output means, and/or the phase calculated by the signal analysis means and the phase outputted by the estimated amplitude/phase output means.

(57) 要約: 物標に反射した送信波を複数のアンテナで受信するレーダ装置であって、複数のアンテナがそれぞれ受信した受信波を解析して、受信強度がピークの周波数の受信波の振幅と位相をアンテナ毎に求める信号解析手段と、複数のアンテナがそれぞれ受信した受信波の位相に基づき、物標の方位を検出する方位検出手段と、前記方位検出手段が検出した前記方位に物標が存在する場合に、アンテナが受信すると推定される受信波の振幅と位相をアンテナ毎に出力する推定振幅位相出力手段と、前記信号解析手段が求めた振幅と前記推定振幅位相出力手段が出力した振幅、又は、前記信号解析手段が求めた位相と前記推定振幅位相出力手段が出力した位相、の少なくとも一方をアンテナ毎に比較する比較手段と、を有することを特徴とする。

WO 2013/175558 A1

WO 2013/175558 A1



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 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、角度検証方法

技術分野

[0001] 本発明は、物標に反射した反射波をアンテナで受信して、物標の方位を検出するレーダ装置に関する。

背景技術

[0002] 車載されたレーダ装置が検出した物標の情報を利用して、各種の車載装置が協働して障害物の回避ための運転支援、先行車両を追従走行するための車速や車間距離の制御等を行う場合がある。レーダ装置は例えばミリ波を車両の前方の所定範囲に照射し、照射範囲のターゲットから反射した反射波を受信する。そして、受信波を解析することで、ターゲットとの距離、相対速度、及び、方位（角度、横位置）を検出する。

[0003] しかしながら、ミリ波などの電波は検出対象である先行車両などのターゲット以外の壁、路面、マンホール等にも反射するため、反射波はいわゆるマルチパスを通過して受信される。このため、ターゲットの特に方位の検出が困難になる場合があった。例えば、車両がトンネルを走行中、電波はトンネルの壁面に反射するため、前方の壁面側にターゲットがあることを検知してしまう。このように壁に反射してから受信した受信波により検出されるターゲットをミラーゴーストという。

[0004] ミラーゴーストはターゲットとして検出する必要がないため、ミラーゴーストと先行車両とを判別する技術が考えられている（例えば、特許文献1参照）。特許文献1には、検出したターゲットの側方に仮想壁を設定して、仮想壁と対象な位置にある他のターゲットの速度に基づき、ミラーゴーストを検出するレーダ装置が開示されている。

[0005] しかしながら、特許文献1に記載されたレーダ装置ではミラーゴーストと先行車両を分離して検出できない場合がある。

[0006] 図1は、従来のレーダ装置の課題を説明する図の一例である。図1（a）

では、自車両のレーダ装置は、先行車両に加え、仮想壁と対象な位置にある他のターゲット（ミラーゴースト）を別々に検出しているため、壁から反射した受信波がターゲットではなくミラーゴーストによるものであると検出することができる。これに対し、図1（b）では、自車両のレーダ装置が先行車両とミラーゴーストの略中間にターゲットがあることを検出している。このような不都合は、先行車両と壁の間隔が狭い場合や、自車両と先行車両との距離が大きい場合など、自車両から見てミラーゴーストの方向と先行車両の方向のなす角が小さい場合に起こりやすい。

[0007] この場合、レーダ装置は、先行車両とミラーゴーストの中間位置（仮想壁上）の方向にターゲットがあると検知するため、ターゲット自体は検知されるがその方位がずれてしまう。

[0008] このように、従来のレーダ装置では、先行車両、仮想壁及び自車両の相対的な位置関係等によっては、先行車両とミラーゴーストを区別できない場合があるという問題があった。

特許文献1：特開2009-133761号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0009] 本発明は、上記課題に鑑み、物標から到来する受信波が複数方向からの電波を含みうることを検出可能なレーダ装置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] 本発明は、物標に反射した送信波を複数のアンテナで受信するレーダ装置であって、複数のアンテナがそれぞれ受信した受信波を解析して、受信強度がピークの周波数の受信波の振幅と位相をアンテナ毎に求める信号解析手段と、複数のアンテナがそれぞれ受信した受信波の位相に基づき、物標の方位を検出する方位検出手段と、前記方位検出手段が検出した前記方位に物標が存在する場合に、アンテナが受信すると推定される受信波の振幅と位相をアンテナ毎に出力する推定振幅位相出力手段と、前記信号解析手段が求めた振幅と前記推定振幅位相出力手段が出力した振幅、又は、前記信号解析手段が

求めた位相と前記推定振幅位相出力手段が出力した位相、の少なくとも一方をアンテナ毎に比較する比較手段と、を有することを特徴とする。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、物標から到来する受信波が複数方向からの電波を含みうることを検出可能なレーダ装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]従来のレーダ装置の課題を説明する図の一例である。

[図2]本実施形態のレーダ装置の概略的な特徴を説明する図の一例である。

[図3]レーダ装置がターゲットまでの距離と方位を検出する手順を模式的に説明する図の一例である。

[図4]レーダ装置と衝突判断ECUを有する車載システムの構成図の一例である。

[図5]レーダ装置の概略構成図の一例である。

[図6]信号解析部の機能ブロック図の一例を模式的に示す図の一例である。

[図7]ビート周波数を説明する図の一例である。

[図8]ターゲットが正面にある場合の位相差、角度を有している場合の位相差を説明する図の一例である。

[図9]サンプリングの概念図を示す図の一例である。

[図10]各ターゲットの方位を特定することが困難な例を説明する図の一例である。

[図11]ターゲットが約 -3.5 度、 $+10$ 度にある場合と、 -5 度、 -2 度、 10 度にある場合において、受信アンテナ毎の振幅と位相の比較を説明する図の一例である。

[図12]受信アンテナが受信する電波を説明する図の一例である。

[図13]信号解析部の動作手順を示すフローチャート図の一例である。

符号の説明

[0013] 11 送信アンテナ
12 受信アンテナ

- 1 3 信号発振器
- 1 4 ミキサー
- 1 6 信号解析部
- 2 1 送信波制御部
- 2 2 F F T 部
- 2 3 角度検出部
- 2 4 角度検証部
- 1 0 0 レーダ装置
- 2 0 0 衝突判断 E C U

発明を実施するための最良の形態

[0014] 図 2 は、本実施形態のレーダ装置の概略的な特徴を説明する図の一例である。上記のように、レーダ装置は、トンネル等で壁から反射した電波と先行車両から反射した電波を分離できない場合がある。先行車両は正面方向に検知されるべきであるが、図の例ではターゲットが角度 θ にあると検出している。

[0015] レーダ装置は以下のようにして、実測した角度 θ の方向にターゲット（この場合はミラーゴースト）が存在するのか、マルチパスなどでターゲットが分離できていないのかを判定する。

[0016] （１）まず、レーダ装置は、後述する予想振幅・位相演算式を使って、実測した角度 θ から、実際に角度 θ にターゲットが存在する場合に、各アンテナが受信する電波の振幅・位相を算出する。角度 θ は各アンテナが受信する電波の振幅・位相から求められているが、分離できないターゲットが存在する場合とそうでない場合とで各アンテナが受信する電波の振幅・位相は同一にならない。本実施形態ではこの知見を利用する。

[0017] （２）レーダ装置は、各アンテナが受信する電波の振幅・位相を参照する。各アンテナが受信する電波の振幅・位相は例えばビート信号のフーリエ変換から求められる。レーダ装置は、（１）で求めた各アンテナが受信する電波の振幅・位相と、（２）の各アンテナが受信する電波の振幅・位相を比較

する。

[0018] (3) 予想振幅・位相演算式から算出した振幅・位相と、(2)で求めた振幅・位相が異なっている場合、実測した角度 θ が誤っており、分離できないターゲット（先行車両とミラーゴースト）が存在することが推定される。このため、レーダ装置は、実測した角度 θ を破棄することで、分離できない電波に基づくターゲットの補足を中断する。

[0019] このように、本実施形態のレーダ装置はトンネル内などでマルチパスが発生しターゲットを分離できないような場合に、先行車両の横位置の検出精度が低下することを防止できる。

[0020] なお、本実施形態では、先行車両とトンネルの壁（又は天井面など）からのマルチパスに着目しているが、マルチパスの有無に関係なく複数の受信波の方向が近いため複数の受信波を分離できない状況に好適に適用できる。また、ミリ波を反射可能な物であれば移動体が固定物かを問わず適用できる。

[0021] また、レーダの反射物を総称して物標と称するが、本実施形態ではマルチパスの反射源や先行車両を区別せずにターゲットと称する場合がある。また、ターゲットが検出される角度 θ は、方向、方位又は横位置と呼ばれることがあるが本実施形態では角度で統一する。

[0022] [レーダ装置の基本的な信号処理]

図3は、レーダ装置がターゲットまでの距離、相対速度及び角度を検出する手順を模式的に説明する図の一例である。

[0023] 1. 受信アンテナのチャンネル毎にターゲットまでの距離を検出する。

図3(a)の横軸は周波数、縦軸は信号強度である。後述するように信号強度がピークになる周波数からターゲットまでの距離・相対速度を検出できる。なお、周波数の分解能には計算上の制限があるので、ある範囲内（後述の算出ポイント。ビンと呼ばれる場合がある）で信号強度がピークとなる周波数が定まる。

[0024] 2. 図3(a)の信号からピークの周波数を特定し、その周波数の振幅と位相を取得する。各チャンネル毎に、ピーク周波数、振幅及び位相が得られる

。

[0025] 3. 各チャネルにおいて得られた振幅と位相からターゲットの角度を検出する。角度の検出方法はいくつかあるので、例えばDBF (Digital Beam Forming) 処理やMUSIC (Multiple Signal Classification) 解析を用いてターゲットの角度を検出してもよい。図3 (b) はDBF 処理による角度の検出結果を説明する図の一例である。角度に対し信号強度が得られている。ターゲットが存在する角度は信号強度がピークを示す角度である。

4. 距離と角度から、ターゲットが自車両に対しどのくらい離れており、正面に対しどのくらいの角度にあるか特定できる。図3 (c) はターゲットの位置を説明する図の一例である。このように、複数のチャネルの信号強度を解析することでターゲットの位置を特定できる。なお、幅員方向に長いターゲットの場合は幅員方向の中央の角度が特定される。

[0026] [詳細な信号処理の手順]

図4 は、レーダ装置と衝突判断ECUを有する車載システム300の構成図の一例を示す。レーダ装置100と衝突判断ECU (Electronic Control Unit) 200は、例えば、CAN (Controller Area Network) 等の車載LANを介して接続されている。レーダ装置100は、例えば車両のフロントグリルなど車両の前方の中央部に配置され、車両の前方を中心に所定の角度 (例えば、正面を中心に左右10度) にミリ波を照射し、この範囲に存在するターゲットにより反射した反射波を受信する。レーダ装置100は、例えばFMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) レーダである。

[0027] レーダ装置100は、全てのターゲットとの距離・相対速度・角度を周期的に衝突判断ECU200に出力する。衝突判断ECU200は、距離と相対速度から各ターゲットのTTCTime To Collisionを算出する。そして、角度が所定値より自車に近いターゲットの中で最もTTCTime To Collisionが小さいターゲットを特定し、TTCTime To Collisionが閾値以下になると、メータパネルに警告を表示させたり、警報音を吹鳴したり、自動制動するなどの運転支援を行う。また、他のECUが、先行車両までの距離を車速に応じて調整して追従走行する追

従走行制御を行う場合もある。

[0028] 図5は、レーダ装置100の概略構成図の一例を示す。レーダ装置100は、送信アンテナ11、 n (≥ 2) 個の受信アンテナ12、各受信アンテナ12とミキサー14を断接するスイッチ17、信号発振器13、ミキサー14、A/D変換器15、及び、信号解析部16を有している。

[0029] 信号発振器13は、ミリ波帯の高周波信号を生成する。信号発振器13は、信号解析部16の制御により生成する高周波信号の周波数を変えることができる。送信アンテナ11は、信号発振器13が生成した高周波信号に応じたレーダ波（送信波）を、予め定められた角度の範囲で送信する。各受信アンテナ12は、ターゲットにより反射されたレーダ波（反射波）を受信する。

[0030] 各受信アンテナ12は常に反射波を受信しているが、スイッチ17がそのうちの1つの受信アンテナ12とミキサー14を選択的に接続する。各スイッチ17の状態は信号解析部16により制御される。ミキサー14は、送信波と受信波を混合してビート信号を生成し、A/D変換回路15に出力する。A/D変換回路15はビート信号をA/D変換して信号解析部16に出力する。

[0031] 信号解析部16は、CPU、ROM、RAM等を備えたマイコンであり、不図示のI/O、DSP、CANコントローラ等を有している。信号解析部16は、信号発振器13が発生する周波数を上昇させまた下降させることを繰り返し、ビート信号を解析して、ターゲットとの距離、相対速度、及び、角度を算出する。

[0032] 図6は、信号解析部16の機能ブロック図の一例を模式的に示す。信号解析部16は、送信波制御部21、FFT部22、角度検出部23、及び、角度検証部24を有している。

[0033] まず、ビート信号について説明する。受信アンテナ12とミキサー14の間のスイッチ17は同時に1つのスイッチ17だけがONになる。したがって、送信アンテナ11が送信した送信波は、ターゲットに反射して各受信ア

ンテナ 1 2 により時分割に受信され、各受信アンテナ毎にビート信号が得られる。ビート信号の周波数をビート周波数という。

[0034] 図 7 (a) はビート周波数を説明する図の一例である。送信波制御部 2 1 は、送信波の周波数が時間に対し所定の比率で直線的に上昇し（この区間を上昇区間という）、また、所定の割合で直線的に下降する（この区間を下降区間という）ことを繰り返すように信号発振器 1 3 の周波数を制御する。送信波の周波数は、 $1 / f_m$ の期間に ΔF 増大し、 $1 / f_m$ の期間に ΔF 減少する。中心周波数は f_0 である。送信波制御部 2 1 は、所定の周期毎（例えば 100 ミリ秒）に周波数の増減制御を繰り返す。なお、図のように周波数一定区間を設けることなく、間断なく周波数を増減してもよい。

[0035] 送信波はターゲットに反射して反射波として車両側に帰ってくる。レーダ装置 1 0 0 の各受信アンテナ 1 2 はこの反射波をそれぞれ受信する。上昇区間のビート周波数を f_{b1} 、下降区間のビート周波数を f_{b2} とする。相対速度がゼロの場合のビート周波数を f_r 、相対速度がゼロでない場合のドップラ周波数（増減分）を f_d とする。上昇区間のビート周波数 f_{b1} は、相対速度がゼロの場合のビート周波数 f_r からドップラ周波数 f_d を減じた値であり、下降区間のビート周波数 f_{b2} は、相対速度がゼロの場合のビート周波数 f_r にドップラ周波数 f_d を加えた値である。

$$f_{b1} = f_r - f_d$$

$$f_{b2} = f_r + f_d$$

したがって、 f_r 、 f_d は下記で求められる。

$$f_r = (f_{b1} + f_{b2}) / 2$$

$$f_d = (f_{b2} - f_{b1}) / 2$$

ミリ波はターゲットまでの距離 R を往復するので、光速を C とすると、送信波が送信されてから反射波が受信されるまでの時間 T は下記のようになる。

$$T = 2R / C$$

周波数の上昇比率（傾き）が $2 \cdot \Delta F \cdot f_m$ なので、時間 T の間の周波数

の変化分をビート周波数 f_r とすれば、

$$\begin{aligned} f_r &= T \cdot 2 \cdot \Delta F \cdot f_m \\ &= (2R/C) \cdot 2 \cdot \Delta F \cdot f_m \end{aligned}$$

これから f_{b1} , f_{b2} を検出できれば、ターゲットまでの距離 R を求めることができる。

$$R = (C / (4 \cdot \Delta F \cdot f_m)) \cdot f_r$$

また、ドップラー効果の公式を利用することで相対速度 V を求めることができる。

$$V = (C / (2 \cdot f_0)) \cdot f_d$$

各受信アンテナ 1 2 が受信する受信波は、マルチパスなどの影響で様々な周波数、振幅、位相の波を含んでいる。このため、FFT 部 2 2 はビート信号にフーリエ変換を施し、各受信アンテナ 1 2 が受信する受信波からビート信号のみを取り出す。これにより、ビート信号から f_{b1} , f_{b2} を取り出すことができる。

[0036] f_{b1} と f_{b2} を取り出すため、FFT 部 2 2 は、上昇区間と下降区間でそれぞれ、ビート信号をフーリエ変換する。フーリエ変換することで、複数の周波数の波の成分が得られる。一般にこの波は複素ベクトルである。フーリエ変換の結果を F で表すと以下のようなになる (i は虚数を示す)。

$$F = \sum (a_n \cdot \cos(n\omega t) + i \cdot b_n \cdot \sin(n\omega t))$$

信号に多く含まれる周波数において信号強度が高くなるので、 f_{b1} 、 f_{b2} に対応する周波数で信号強度がピークを示す。図 6 に示すように各アンテナ毎に周波数に対し信号強度のピークが得られる。図 6 のフーリエ変換結果は単一のピークを有するが、複数のターゲットが存在すれば複数のピークが存在する。また、上昇区間又は下降区間のそれぞれでピークが得られる。上昇区間の受信波から検出されたピークの周波数が f_{b1} であり、下降区間の受信波から検出されたピークの周波数が f_{b2} である。 f_{b1} と f_{b2} が得られれば、上式からターゲットまでの距離 R 、及び、相対速度 V を求めることができる。

[0037] なお、ピークの位置は、周波数に対するパワーPの変化を算出し、増大から下降に転じた周波数にピークがあると推定すればよい。また、フーリエ変換の計算結果に含まれるサイドローブを低減するため、窓関数を用いた周知のウィンドウ処理が施されている。

[0038] また、FFT部22は、受信アンテナ毎に、パワーがピークを示す周波数から受信波の振幅と位相を取り出す。振幅はパワーPとみなせばよく下記により求められる。なお、添字の“p”はパワーがピークの周波数を意味している。

$$[0039] \quad P(w) = \sqrt{(a_p^2 + b_p^2)}$$

また、実軸に対する位相は次式により得られる。

$$\phi_p = \tan^{-1}(a_p / b_p)$$

このように、フーリエ変換により、fb1、fb2の周波数成分の振幅と位相の情報が得られる。図6では、フーリエ変換結果から求めたfb1、fb2の振幅と位相を受信アンテナ毎の波で示している。

[0040] なお、フーリエ変換で得られる周波数と信号強度の関係は、ある周波数毎に演算されるので、図示するように連続的なデータではなく、実際には離散的なデータになっている。信号強度が得られる周波数を算出ポイントやビン(bin)という。

[0041] 次に、角度検出部23は、各受信アンテナ12が受信したビート信号のピークの周波数から求められた振幅と位相から、ターゲットの角度を算出する。ターゲットが自車両の正面に対し角度を持っている場合、受信アンテナ12間で角度に応じた位相差が生じる。

[0042] 図8(a)はターゲットが正面にある場合に隣接した受信アンテナ12が受信する受信波の位相差を、図8(b)はターゲットが角度を有している場合に隣接した受信アンテナ12が受信する受信波の位相差をそれぞれ説明する図の一例である。ターゲットが正面に存在する場合、ターゲットと各受信アンテナ12の間に経路差がほとんど生じないので、各受信アンテナ12間で位相に差がない。これに対し、ターゲットが正面に存在しない場合、ター

ゲットと各受信アンテナ 1 2 の間に経路差が生じるため、各受信アンテナ 1 2 間で位相差 ϕ が生じる。

[0043] ターゲットが存在する角度 θ と位相差 ϕ の関係は、受信アンテナ 1 2 の配置間隔、電波の波長などにより変わりうるが、受信アンテナ 1 2 の配置間隔と電波の波長は固定なので、位相が分かれば角度 θ を算出できる。角度 θ は下式から求めることができる。

[0044] $\theta = \arcsin \left(\text{受信アンテナ}_i \text{の位相} - \text{受信アンテナ}_{i+1} \text{の位相} \right) \cdot \lambda / \left(2\pi \cdot W \right)$

λ は電波の波長、 W は受信アンテナ 1 2 の配置間隔である。

[0045] また、受信波の位相はフェーズドアレーアンテナの考え方をデジタル処理で実現した DBF 処理により求めることができる。フェーズドアレーアンテナでは、各受信アンテナ 1 2 の後段に電波の位相をシフトする移相器を配置し、各受信アンテナ 1 2 のシフト量をターゲットの角度に応じて制御する。例えば、図 8 (b) の例では、左側の受信アンテナ 1 2 が受信した電波の位相を ϕ 進めることで、右側の受信アンテナ 1 2 が受信した電波の位相と同相にすることができる。つまり、 θ 方向に指向性を向けたことになる。指向方向を変えるため移相量を変えながら、各受信アンテナ 1 2 の信号強度の合計を監視すれば、ターゲットがある角度 θ に相当する移相量の時に信号強度が極大になるため、ターゲットの角度 θ を特定することができる。

[0046] この処理を DSP などのデジタル回路で行うのが DBF 処理である。DBF 処理では、ビート周波数に対し十分に大きい周波数で受信信号を 1 周期以上サンプリングする。ビート周波数は、ミリ波帯の送信波と受信波の周波数のわずかな違いにより生じるうなりの周波数なので、ビート周波数の周波数はミリ波に比べて桁違いに小さい。ミリ波の周波数を数十 GHz とすると、ビート周波数の周波数は数百 kHz 未満である。

[0047] 図 9 はサンプリングの概念図を示す図の一例である。ターゲットの角度に応じて、チャンネル 1 ~ n には位相差が生じている。ビート信号の 1 周期以上のデータをサンプリングすることで、各受信アンテナ 1 ~ n が受信した位相

を受信バッファに記録できる。図では黒丸の点がサンプリング点である。DSP処理では、一度、取り込んだビート信号を使用して、任意の方向にビームを形成してターゲットを検出できる。すなわち、所定の分解能（例えば、0.5度）で θ を変えながら、各受信バッファから読み出すデータを制御して加算する。フェーズドアレーアンテナの場合と同様に、ターゲットが存在する方向の角度ではデータの加算結果が極大を示すはずである。したがって、ビーム形成方向に応じて、各受信バッファから読み出すデータを変え、その時の加算値を記録しておき、極大値となった時の角度にターゲットが存在すると推定できる。このように、DBF処理では、全受信アンテナ12のビート信号のデータを一度取り込めば、任意の方向にビームを形成できるため、送信波の照射範囲にある複数のターゲットの方向を一度に特定することができる。

[0048] この角度 θ に対する加算結果（電力）をプロットした図が図3（b）である。図3（b）では加算結果を電力として示す。図3（b）はターゲットが1つの場合なので、ピークは1つである。その他のピークはサイドローブであり、閾値以上のピークを探索することでターゲットの角度を特定できる（図では正面方向から右に3度くらいにある）。

[0049] ターゲットが複数存在する場合は、角度に対するピークが複数個得られ、それぞれの角度にターゲットが存在することを推定できる。

[0050] なお、DBF処理の他にもMUSIC解析やCAPON解析など種々の角度の求め方がある。MUSIC解析はビート信号の解析結果を行列に配列して固有値相関を利用する方法である。簡単に説明する。上昇区間と下降区間それぞれのフーリエ変換の結果から、電力がピークの周波数で各受信アンテナ12の振幅・位相を配列して、ベクトル生成する。そして、このベクトルから自己相関行列を求め、自己相関行列から固有値を求める。固有値の数は独立な受信波の波数に相関すると考えられる。この固有値や角度 θ のステアリングベクトルからMUSICスペクトルを求めることができる。

[0051] また、角度演算にモノパルス方式を採用してもよい。モノパルス方式は、

各受信アンテナが受信した受信信号の和、差、電力比、位相差をアンテナパターンに従って求め演算結果からターゲットの方位角度を検出する方式である。

[0052] 図6に戻り、角度検証部24は、角度検出部23が検出したターゲットの角度が正しいか否か（分離できていない受信波が存在するか否か）を検証する。角度検出部23が検出したターゲットの角度を実測角度と称することにする。角度検証部24は予想振幅・位相演算式を予め記憶している。詳しくは次述するが、予想振幅・位相演算式は実測角度から、チャンネル毎に予想される受信波の振幅と位相を算出する式である。

[0053] [本実施形態の角度検出]

以上のように、レーダ装置100はターゲットの実測角度を検出できるが、上記のミラーゴーストに代表されるようにターゲットが狭い範囲に複数存在するような場合、ターゲットを分離して検出することが困難な場合がある。

[0054] 図10は、各ターゲットの角度を特定することが困難な例を説明する図の一例である。図10(a)は、実際に2つのターゲットが存在する場合において、角度検出部23が検出した角度の演算結果を示す。信号強度のピークが閾値（例えば0デジベル）以上のピークは2つあり、その角度は、約-3.5度、+10度である。この角度は、実際にターゲットが存在する方向とほぼ同じであり、角度演算が適切だった例である。

[0055] 図10(b)は、実際には3つのターゲットが存在する場合の角度演算の結果を示す。3つのターゲットは-5度、-2度、+10度にそれぞれ存在していた。しかし、図10(b)と図10(a)を比較すると角度演算の結果がよく似ていることが分かる。すなわち、図10(a)と(b)ではいずれも+10度にピークがあるので、+10度のターゲットを検出できているが、図10(b)では図10(a)と同様に-3.5度付近にピークが現れてしまっている。これは、図10(b)の角度の演算結果では、-5度から到来する電波と-2度から到来する電波をレーダ装置100が分離できない

ために生じている。

[0056] このような、角度にあまり差のない2つの電波がレーダ装置100に到達する状況は、トンネル内などで、先行車両に電波が反射し、先行車両に反射した電波がトンネル壁に反射する場合に生じることが知られている。先行車両に反射した後、トンネル壁に反射して受信される受信波の延長方向にあるように見えるターゲットがミラーゴーストである。

[0057] ミラーゴーストから到来する電波と先行車両から到来する電波を分離できない場合、レーダ装置100で捕捉していた先行車両の角度（横位置）が、例えばトンネルに進入した直後に先行車両とミラーゴーストの中間位置になってしまう。この場合、自車両から見ると先行車両があたかも横に移動したように（例えば、車線変更するために車線よりに移動した）認識される。

[0058] 本実施形態のレーダ装置100は、複数のターゲットが存在し反射波の到来方向が異なるのに、1つの角度しか得られない場合において、受信アンテナ12が受信する振幅と位相のデータを利用して、到来波を分離できていないことを検出する。本実施形態では、図10（a）と（b）の−3.5度の角度のターゲットのように、角度の演算結果が同等でも、ターゲットが1つの場合と複数の場合とで、角度を求めるために使用した振幅と位相のデータが同一でないことに着目する。この知見を利用することで、ある受信波から求められた角度が、ターゲットの実際の存在方向と異なっていることを検出できる。

[0059] [ターゲットの数と角度により生じる振幅と位相の相違]

図11は、ターゲットが約−3.5度、+10度にある場合（以下、分離可能状況という）と、−5度、−2度、10度にある場合（以下、分離困難状況という）において、受信アンテナ毎の振幅と位相の比較を説明する図の一例である。図11の横軸はチャンネル番号（受信アンテナ）である。上段の縦軸はチャンネル番号1の振幅に対する他のチャンネルの振幅の振幅比を、下段の縦軸はチャンネル番号1の位相に対する他のチャンネルの振幅の位相の位相差をそれぞれ示している。したがって、分離可能状況と分離困難状況のいずれ

でもチャンネル1の振幅比は“1”であり、チャンネル1の位相差〔deg〕は“0”である。

[0060] 振幅比において分離可能状況と分離困難状況を比較する。

チャンネル3： 分離可能状況＝0.78 分離困難状況＝0.86

チャンネル4： 分離可能状況＝0.50 分離困難状況＝0.72

チャンネル5： 分離可能状況＝0.35 分離困難状況＝0.55

位相差において分離可能状況と分離困難状況を比較する。

チャンネル2： 分離可能状況＝20 分離困難状況＝－8

チャンネル5： 分離可能状況＝230 分離困難状況＝200

このように、チャンネル毎に振幅比と位相差を比較すると、分離可能状況と分離困難状況とで有意な差があることが分かる。図10(a)(b)で説明したように、演算結果が同じ角度（－3.5度）にターゲットがあることを示す場合でも、各チャンネルの振幅と位相は同一でなく、振幅と位相の比較結果から分離困難状況であることを推定できる。

[0061] したがって、角度検出部23が角度を検出したためその角度にターゲットが存在することが分かっている場合に、各チャンネルが示すはずの振幅と位相を求めれば、各チャンネルの振幅及び位相と比較することで、分離できているか分離できていないかを判定できる。すなわち、上記の例では、約－3.5度、＋10度にターゲットがあるという演算結果が得られた場合、約－3.5度、＋10度にターゲットがある場合に各チャンネルが示すはずの振幅と位相を求め、比較することで、約－3.5度、＋10度という演算結果が正しいか否かを判定できる。

[0062] つまり、チャンネル毎の振幅と位相が一致すれば、約－3.5度、＋10度にターゲットがあることがわかり、チャンネル毎の振幅と位相が一致しなければ、約－3.5度、＋10度にターゲットがあるように見えるが、分離できていない電波があることがわかる。

[0063] なお、以上では、角度検出部23がDBF処理により角度を検出した場合の例を用いて説明したが、ターゲットを分離できないのは、角度検出部23

の角度の分解能が低い場合にだけ生じるのではない。すなわち、MUSIC解析やCapon解析など分解能が高い角度推定方法を採用しても同様の不都合が生じる。MUSIC解析やCapon解析では1つの角度分解能で検出できる到来波数に上限があるため、近い方向から到来した電波を同じ角度に割り当ててしまう。このため、角度分解能が高い方法で角度を求めても同様の不都合が生じる。

[0064] 〔各チャネルが取得する振幅と位相〕

各チャネルが取得する振幅と位相の求め方について説明する。各受信アンテナ12が受信する電波がどのような信号になるかは以下のように表すことができる。

図12は、受信アンテナ12が受信する電波を説明する図の一例である。また、式(1)は、同距離とみなせる場所から2波の到来波を受信した場合の信号の理論式である。

[0065]

[数1]

$$\begin{aligned}
(CH_1) &= F_1 \exp\left[-j \frac{2\pi}{\lambda} d_1 \sin\theta_1\right] + F_2 \exp\left[-j \left(\frac{2\pi}{\lambda} d_1 \sin\theta_2 + \phi\right)\right] \\
(CH_2) &= F_1 \exp\left[-j \frac{2\pi}{\lambda} d_2 \sin\theta_1\right] + F_2 \exp\left[-j \left(\frac{2\pi}{\lambda} d_2 \sin\theta_2 + \phi\right)\right] \\
&\vdots \\
(CH_N) &= F_1 \exp\left[-j \frac{2\pi}{\lambda} d_N \sin\theta_1\right] + F_2 \exp\left[-j \left(\frac{2\pi}{\lambda} d_N \sin\theta_2 + \phi\right)\right]
\end{aligned} \quad \dots (1)$$

 F_i : 到来波の振幅 d_n : 基準点からアンテナまでの距離 θ_i : 到来波の角度 ϕ : 基準点での位相差 λ : 到来波の波長

基準点は受信アンテナ 1 2 が配置された同軸上の任意の場所であり、例えばチャンネル 1 の受信アンテナ 1 2 の位置を基準点とすることもできる。

[0066] 式 (1) は、各受信アンテナ 1 2 が受信する信号は、角度 θ_i によって生じる各チャンネル間の位相差 ϕ と、レーダ装置 100 で分離できないわずかな距離差による位相差を持った信号の重ね合わせで表せることを意味している。ここで求めたいのは信号の大きさである振幅、及び、位相差 ϕ である。

[0067] 角度の演算結果により例えば 2 つの角度が得られ、その角度が -3.5 度と 10 度の場合、上式の θ_1 , θ_2 が決定される。波長 λ や基準点からの距離 d_n は既知である。しかし、上式には、振幅 F_i と、分離できないわずかな距離差による位相差 ϕ が含まれている。このため上式だけでは、理論的に各

チャネルの信号を決定できない。

[0068] 以下、振幅 F_i と、位相差 ϕ の求め方を説明する。

まず、各受信アンテナ 1 2 の理論式を下記のように書き直す。

[0069] [数2]

$$x_\mu = \sum_i F_i \exp\left[-j \frac{2\pi}{\lambda} d_\mu \sin\theta_i\right] \equiv \sum_i F_i a_\mu(\theta_i) \quad \dots (2)$$

μ は受信アンテナ番号、 i はターゲットを表す添字である。式 (1) と比較すると、位相差 ϕ の項がなくなっている。式 (1) の位相差 ϕ は F に含まれるように書かれており、この結果、 F は複素数になる（基準点で位相差が存在する場合）。

[0070] 実際に各受信アンテナ 1 2 が受信する信号を X_μ とする。各パラメータが求められたとして式 (1) に代入した場合の値 x_μ が X_μ と一致する条件は、 ε を微量として、以下ようになる。

[0071] [数3]

$$|X_i - x_i|^2 < \varepsilon \quad \dots (3)$$

式 (3) の x_μ に式 (2) の右辺を代入して、整理すると式 (4) が得られる。 $*$ は共役な複素数を意味する。添字の v は μ と区別するための受信アンテナ番号である。

[0072] [数4]

$$(\text{左辺}) = \sum_{\mu, i, j} \left[X_{\mu} X_{\mu} - X_{\mu}^* F_i a_{\mu}(\theta_i) - F_i^* a_{\mu}^*(\theta_i) X_{\mu} + F_i^* a_{\mu}^*(\theta_i) X_{\mu} + F_i^* a_{\mu}^*(\theta_i) F_j a_{\mu}(\theta_j) \right] \quad \dots (4)$$

したがって、式（３）が十分に小さい値を取るために、式（４）が最小値を取る条件は以下ようになる。

[0073] [数5]

$$\begin{cases} \sum_{\mu, i} \left[-X_{\mu}^* a_{\mu}(\theta_j) + F_i^* a_{\mu}^*(\theta_i) a_{\mu}(\theta_j) \right] = 0 \\ \sum_i \left[-X_{\mu}^* F_j + F_i^* a_{\mu}^*(\theta_i) F_j \right] = 0 \\ \sum_{\mu, i} \left[-X_{\mu} a_{\mu}^*(\theta_j) + F_j^* a_{\mu}^*(\theta_i) a_{\mu}(\theta_j) \right] = 0 \\ \sum_i \left[-X_{\mu} F_j + F_j^* a_{\mu}(\theta_i) F_i \right] = 0 \end{cases} \quad \dots (5)$$

式（５）の上から３番目の式に着目すると、以下の関係が得られる。

[0074] [数6]

$$F_i = \sum_{\mu, v, j} \left(a_{\mu}^*(\theta_i) a_{\mu}(\theta_j) \right)^{-1} a_v^*(\theta_j) X_v \quad \dots (6)$$

式(6)は、受信アンテナ12が受信した信号 X_v とターゲットの実測角度 θ_i から、各ターゲットからの到来波の振幅 F_i が求められることを意味している。 X_v が複素数なので振幅 F_i は上記のとおり複素数になる。複素数($Z = a + ib$)の振幅は $\sqrt{a^2 + b^2}$ であり、位相は $\arctan(b/a)$ なので、各ターゲットから到来した到来波の振幅と基準点での位相を算出できる。すなわち、式(6)を用いれば各ターゲットの実測角度 θ_i のみをパラメータとして、振幅 F_i と基準点に対する位相差 ϕ を求めることができる。

[0075] 式(6)で求められる振幅と位相が図11で説明した「その方向にターゲットが存在することが分かっている場合に、各チャネルが示すはずの振幅と位相」になる。したがって、式(6)が予想振幅・位相演算式に相当する。

[0076] [角度の検証]

以上から、角度検証部24は以下のようにして、角度検出部23が検出した実測角度 θ を検証する。

(i)

角度検出部23から実測角度を取得する

(ii) 各ターゲットの実測角度から式(6)により、各チャネル毎に、振幅と位相を算出する。

(iii) FFT部22が算出した各チャネルの振幅と、(ii)で算出した振幅を比較する。

[0077] FFT部22が算出した各チャネルの位相と、(ii)で算出した位相を比較する。

(iv) 比較の結果、振幅と位相の少なくとも一方に有意な差がある場合、分離できない電波があり、実測角度の方向にターゲットが存在しないと判定する。有意な差がない場合、実測角度の方向にターゲットが存在すると判定する。

[0078] [動作手順]

図13は、信号解析部16の動作手順を示すフローチャート図の一例である。図13の手順は、レーダ装置100が上昇区間・下降区間の電波を送信

し各受信アンテナ 1 2 が上昇区間・下降区間の電波を受信する毎に繰り返し実行される。

[0079] レーダ装置 1 0 0 の F F T 部 2 2 はフーリエ変換により振幅・位相を算出し、角度検出部 2 3 はターゲットの実測角度を検出する (S 1 0)。

[0080] 角度検出部 2 3 は、前回の実測角度と今回の実測角度が閾値以上に変化したか否かを判定する (S 2 0)。この判定を行うのは、先行車両が例えばトンネル内に進入し電波を分離できない状態になったことを検出するためである。これにより、電波が分離できない状態になった場合にのみ実測角度を検証すればよいので処理負荷を低減できる。この判定が Y e s の場合にだけ、実測角度を検証するのではなく、この判定を行わずに常に実測角度を検証してもよい。

[0081] なお、判定対象の実測角度は、フーリエ変換による算出ポイントの周波数が同じターゲットの実測角度である。これは同一のターゲットの横位置を監視するためである。

[0082] 前回の実測角度と今回の実測角度が閾値以上に変化した場合 (S 2 0 の Y e s)、角度検証部 2 4 は、各チャネルの振幅・位相を参照する (S 3 0)。各チャネルの振幅・位相は、フーリエ変換から求められている。

[0083] 次に、角度検証部 2 4 は、ステップ S 1 0 で実測角度が正しいと仮定した場合の各チャネルの振幅・位相を予想振幅・位相演算式から算出する (S 4 0)。

[0084] 角度検証部 2 4 は、各チャネルの振幅・位相と、算出した振幅・位相をチャネル毎に比較して、有意な差があるか否かを判定する (S 5 0)。ここで、振幅・位相をそのまま比較するのではなく、S 3 0 の振幅・位相から、例えばチャネル 1 とチャネル 2 ~ n の振幅比・位相差を求め、S 4 0 の振幅・位相から、例えばチャネル 1 とチャネル 2 ~ n の振幅比・位相差を求め、振幅比同士、位相差同士をチャネル毎に比較してもよい。このような比較により、S 3 0 又は S 4 0 の振幅・位相が全体的にシフトして異なるような場合、正しい比較が可能になる。

[0085] 有意な差がある場合（S 5 0のY e s）、信号解析部 1 6は前回の実測角度をターゲットの横位置として採用する（S 6 0）。すなわち、マルチパスなどにより到来波の数が増え電波を分離できていない（又は、M U S I C解析など高分解能な角度の演算方法を採用した場合は同ビン内において検出可能なターゲット数の上限を上回っている）と判定する。したがって、ターゲットの横位置は例えばトンネルに入る直前の横位置のままになるので、ターゲットの横位置をずれた状態で検出することを防止できる。

[0086] なお、M U S I C解析を採用したため同ビン内において検出可能なターゲット数の上限を上回っていると推定された場合、最尤推定法により角度検出を行ってもよい。

[0087] また、今回の実測角度を採用しないのでなく、今回の実測角度に対し次回以降の実測角度がさらに変化した場合、その結果からさらに横に移動させてもよい。これは、先行車両が実際に車線変更などを行った場合に対応するためである。

[0088] 有意な差がない場合（S 5 0のN o）、信号解析部 1 6は今回の実測角度をターゲットの横位置として採用する（S 7 0）。

[0089] なお、ステップS 4 0では、予想振幅・位相演算式を用いて演算するのではなく、予め、実測角度に対し予想される振幅と位相を予想振幅・位相演算式により求めておきマップとして実装してもよい。実測角度の分解能が0. 5度程度ならマップもそれほど大きくならないので実用的である。

[0090] 以上説明したように、本実施形態のレーダ装置は、分解能が低いモノパルスやD B F処理で角度を検出した場合、先行車両とミラーゴーストを分離できていないために角度（横位置）がずれていることを検出できる。また、M U S I C解析やC a p o n解析など分解能が高い角度推定方法を採用した場合、1つの角度分解能で検出できる到来波数の上限を上回ったため角度（横位置）がずれていることを検出できる。このように、角度の演算方法に関係なく、ターゲットの角度がずれていることを検出できる

また、ターゲットの角度及び角度のずれの検出を実施例により説明したが

、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々の変形及び改良が可能である。

請求の範囲

- [請求項1] 物標に反射した送信波を複数のアンテナで受信するレーダ装置であって、
- 複数のアンテナがそれぞれ受信した受信波を解析して、受信強度がピークを示す周波数の受信波の振幅と位相をアンテナ毎に求める信号解析手段と、
- 複数のアンテナがそれぞれ受信した受信波の位相に基づき、物標の方位を検出する方位検出手段と、
- 前記方位検出手段が検出した前記方位に物標が存在する場合に、アンテナが受信すると推定される受信波の振幅と位相をアンテナ毎に出力する推定振幅位相出力手段と、
- 前記信号解析手段が求めた振幅と前記推定振幅位相出力手段が出力した振幅、又は、前記信号解析手段が求めた位相と前記推定振幅位相出力手段が出力した位相、の少なくとも一方をアンテナ毎に比較する比較手段と、
- を有することを特徴とするレーダ装置。
- [請求項2] 前記比較手段は、前記信号解析手段が求めた所定のアンテナの振幅に対する他のアンテナの振幅の振幅比と、前記推定振幅位相出力手段が出力した所定のアンテナの振幅に対する他のアンテナの振幅の振幅比、又は、
- 前記信号解析手段が求めた所定のアンテナの位相に対する他のアンテナの位相の位相差と、前記推定振幅位相出力手段が出力した所定のアンテナの位相に対する他のアンテナの位相の位相差、の少なくとも一方をアンテナ毎に比較する、
- ことを特徴とする請求項2記載のレーダ装置。
- [請求項3] 前記比較手段は、前記方位検出手段が検出した前記方位が、前回、前記方位検出手段が検出した前記方位に対し閾値以上、変化した場合に、振幅若しくは位相、又は、振幅比若しくは位相差、の比較を行う

、

ことを特徴とする請求項2記載のレーダ装置。

[請求項4]

前記比較手段が、振幅若しくは位相の少なくとも一方に有意差があると判定した場合、又は、振幅比若しくは位相差の少なくとも一方に有意差があると判定した場合、

前記方位検出手段は、前回、検出した物標の前記方位を出力する、
ことを特徴とする請求項2又は3記載のレーダ装置。

[請求項5]

前記比較手段が、振幅若しくは位相の少なくとも一方に有意差があると判定した場合、又は、振幅比若しくは位相差の少なくとも一方に有意差があると判定した場合、

前記方位から2つ以上の電波が到来していると判定する、
ことを特徴とする請求項2又は3記載のレーダ装置。

[請求項6]

物標に反射した送信波を複数のアンテナで受信するレーダ装置の角度検証方法であって、

複数のアンテナがそれぞれ受信した受信波を解析して、受信強度がピークの周波数の受信波の振幅と位相をアンテナ毎に求める信号解析ステップと、

複数のアンテナがそれぞれ受信した受信波の位相に基づき、物標の方位を検出する方位検出ステップと、

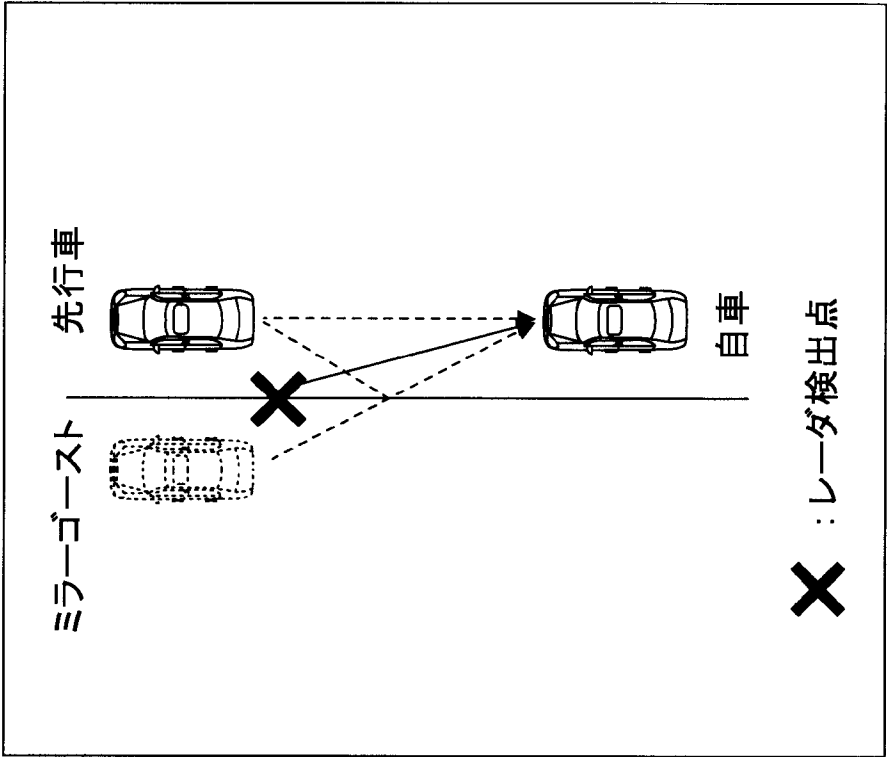
前記方位検出手段が検出した前記方位に物標が存在する場合に、アンテナが受信すると推定される受信波の振幅と位相をアンテナ毎に出力する推定振幅位相出力ステップと、

前記信号解析手段が求めた振幅と前記推定振幅位相出力手段が出力した振幅、又は、前記信号解析手段が求めた位相と前記推定振幅位相出力手段が出力した位相、の少なくとも一方をアンテナ毎に比較する比較ステップと、

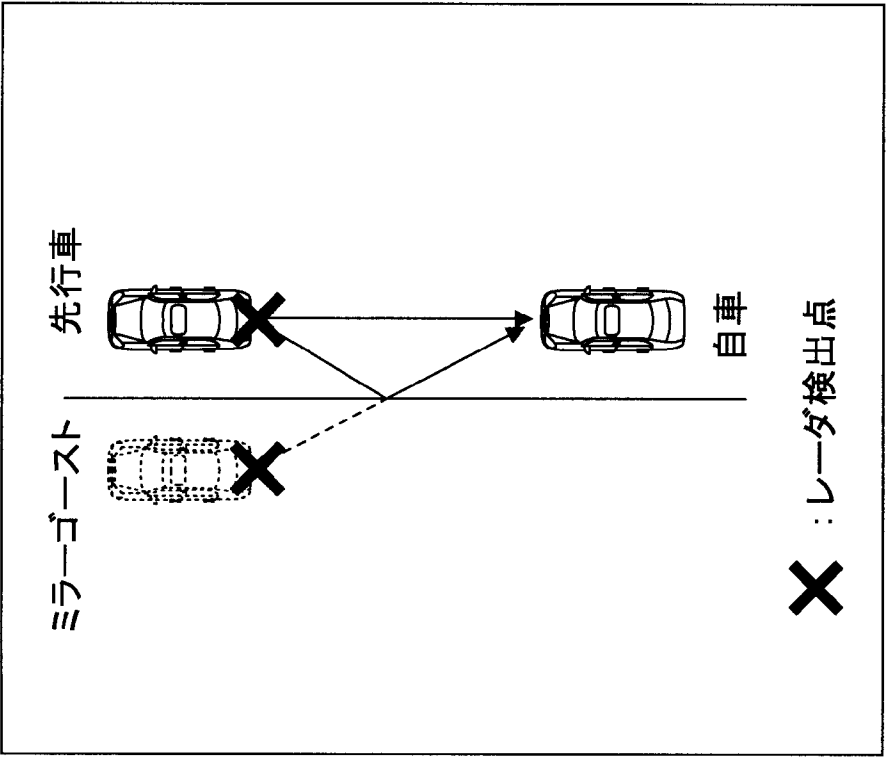
を有することを特徴とする角度検証方法。

[図1]

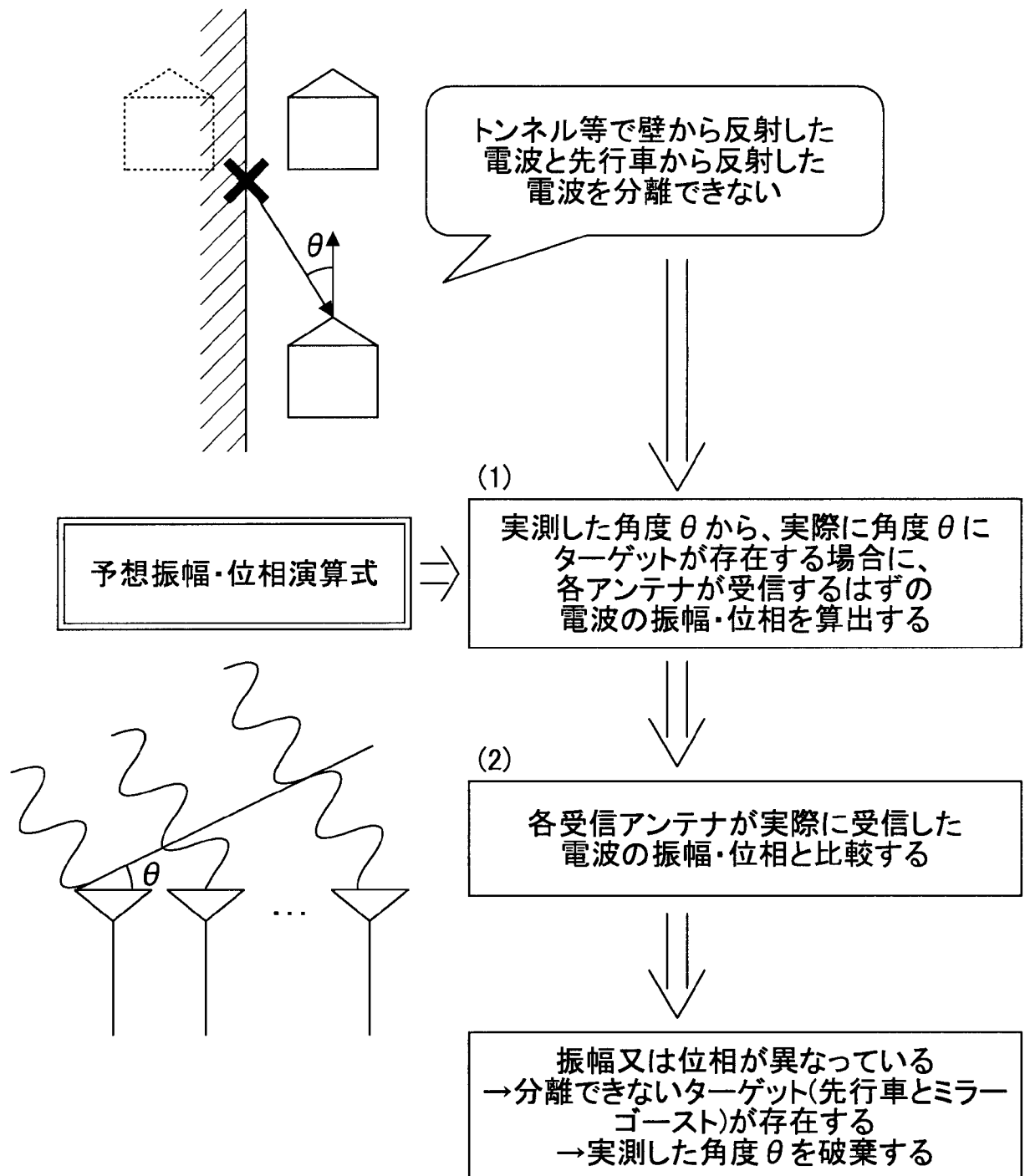
(b)



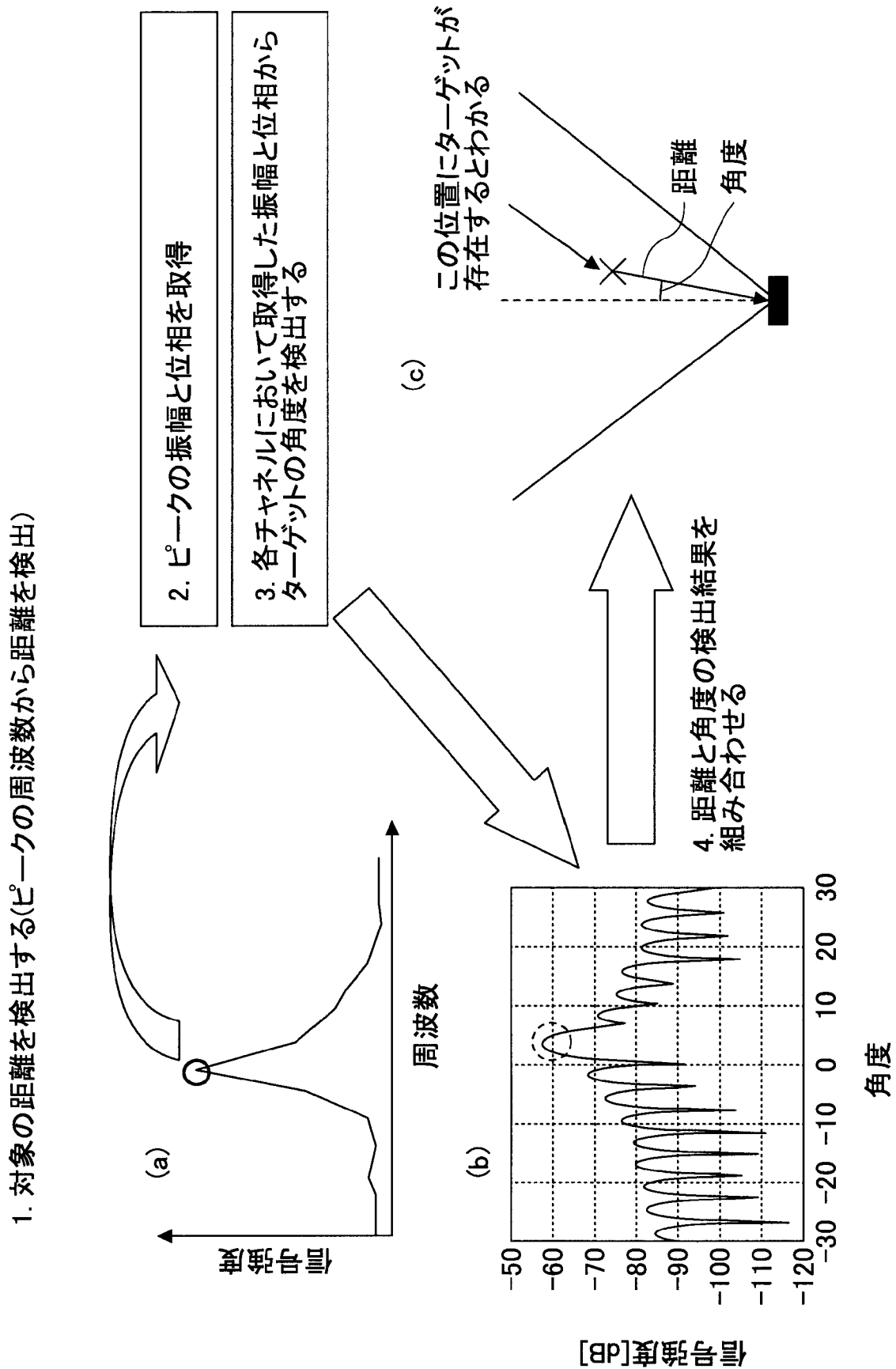
(a)



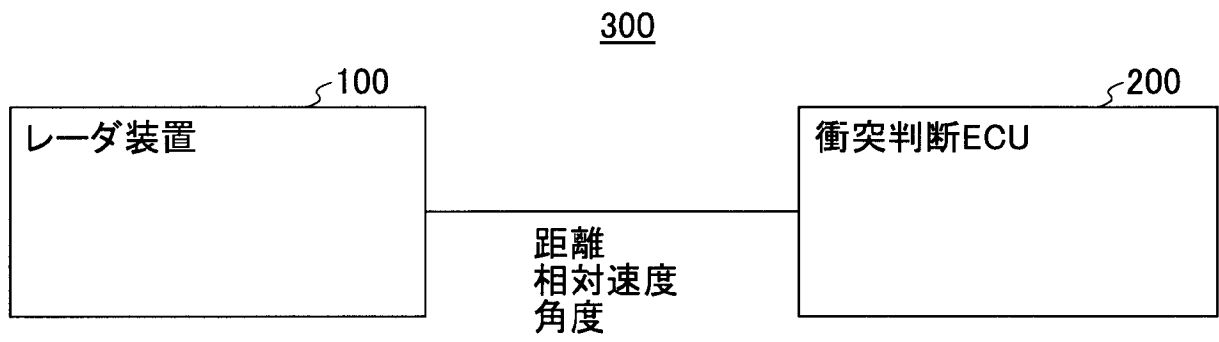
[図2]



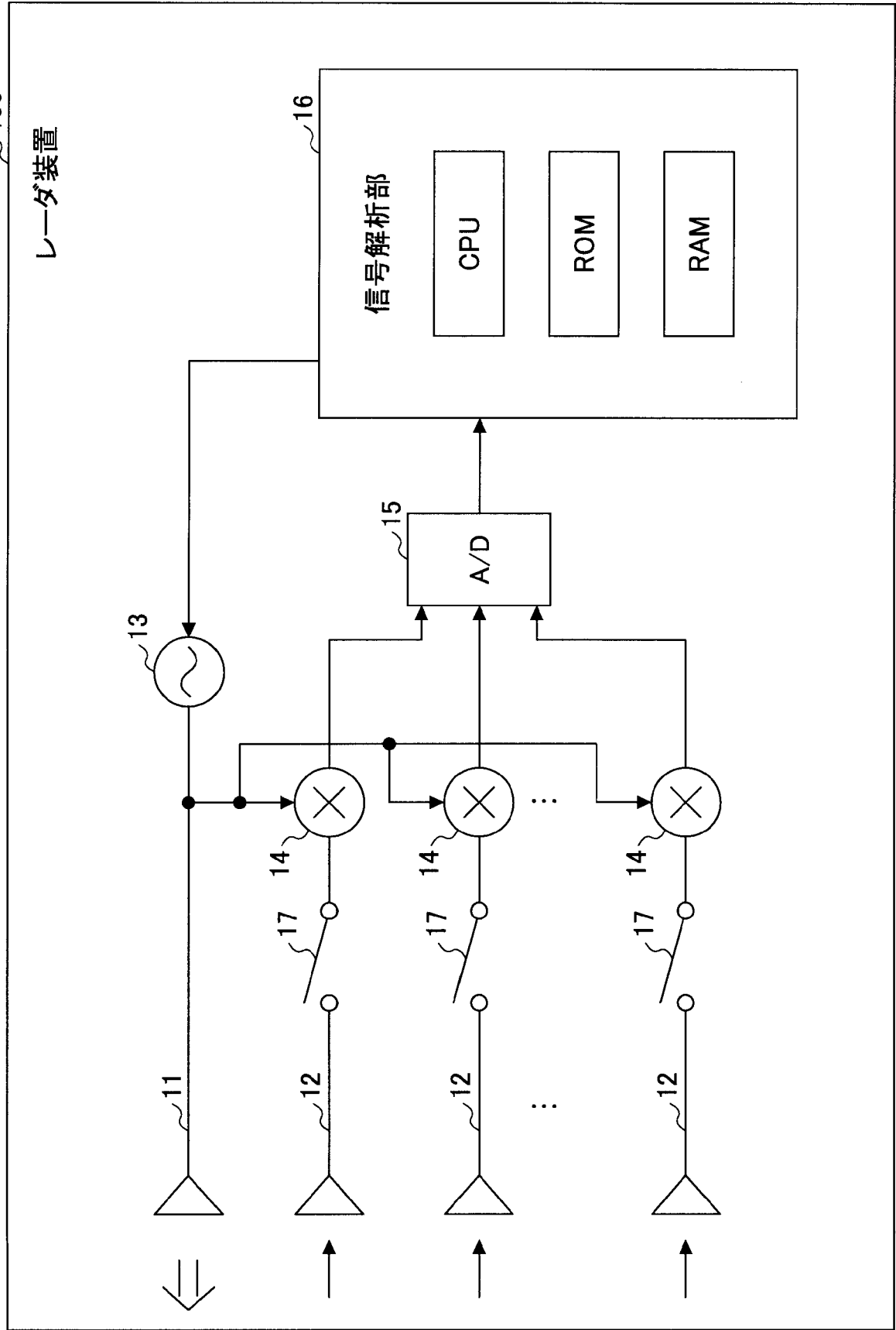
[図3]



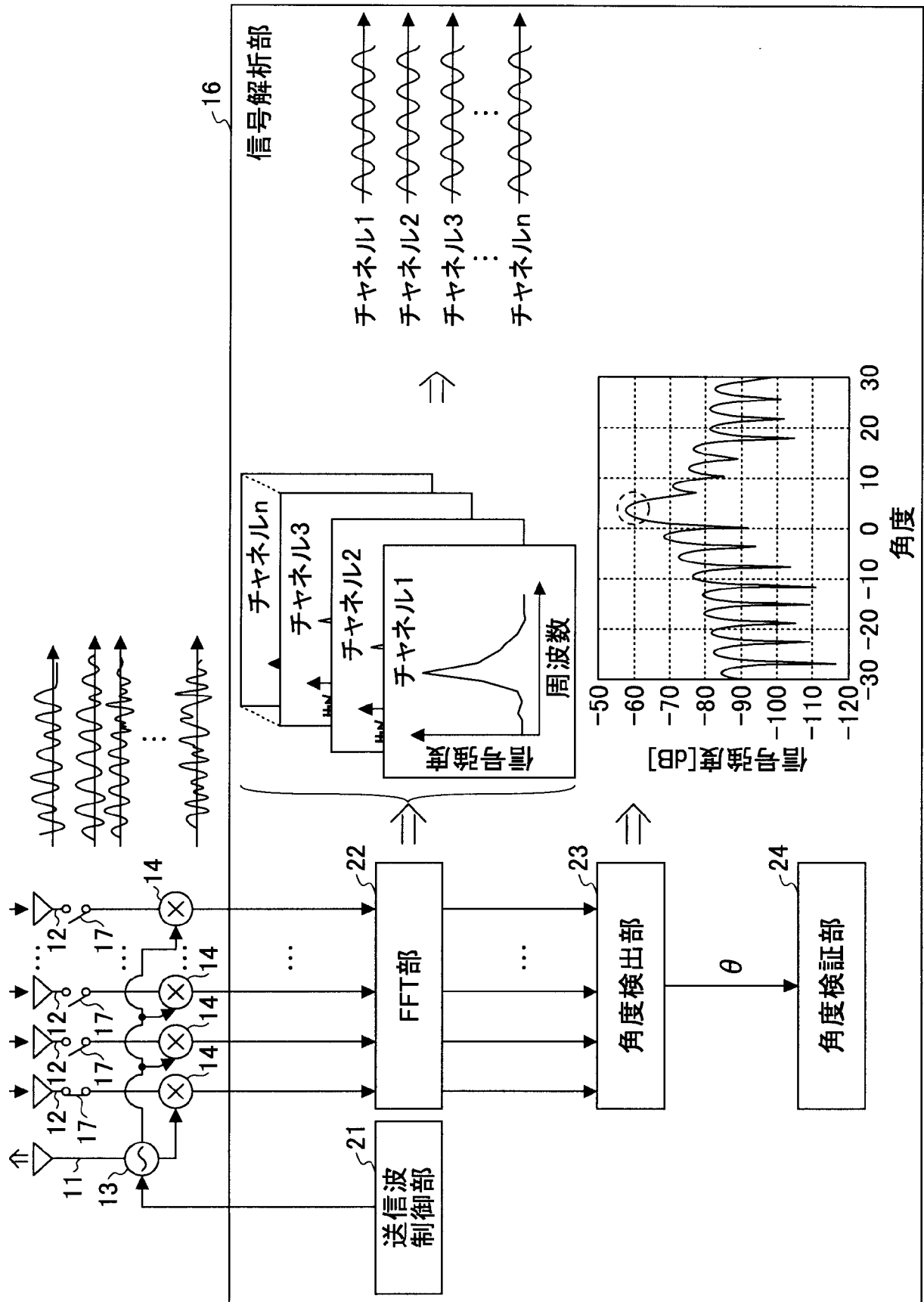
[図4]



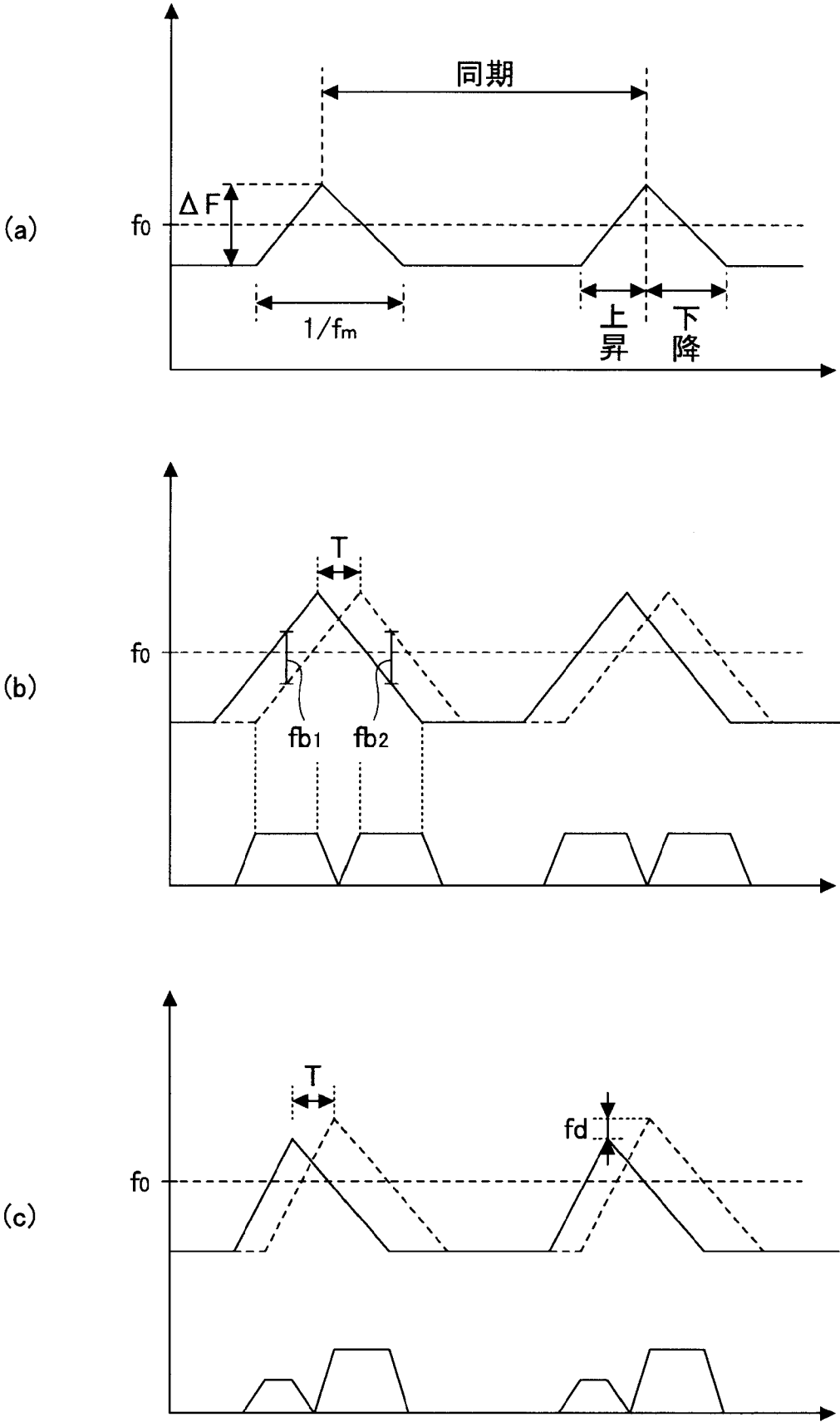
[図5]



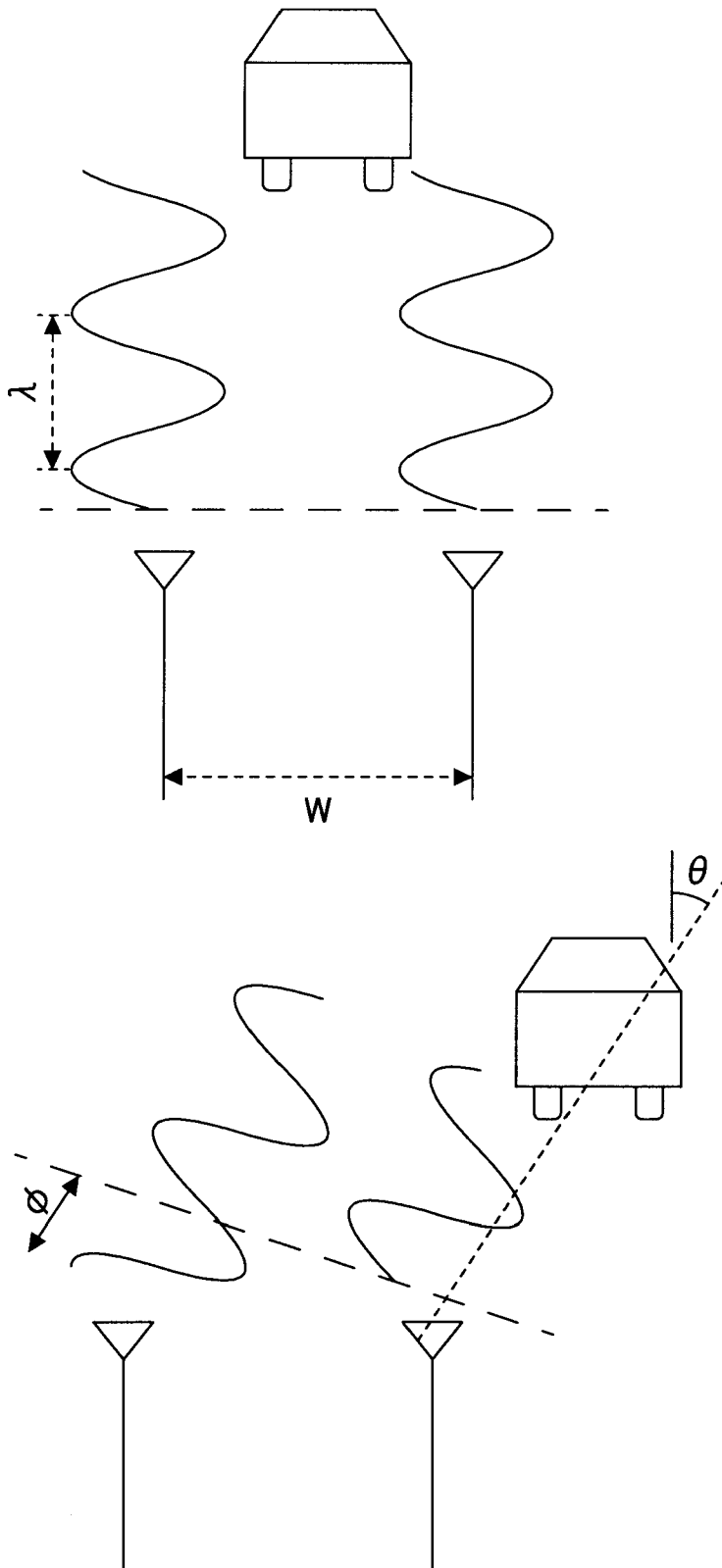
[図6]



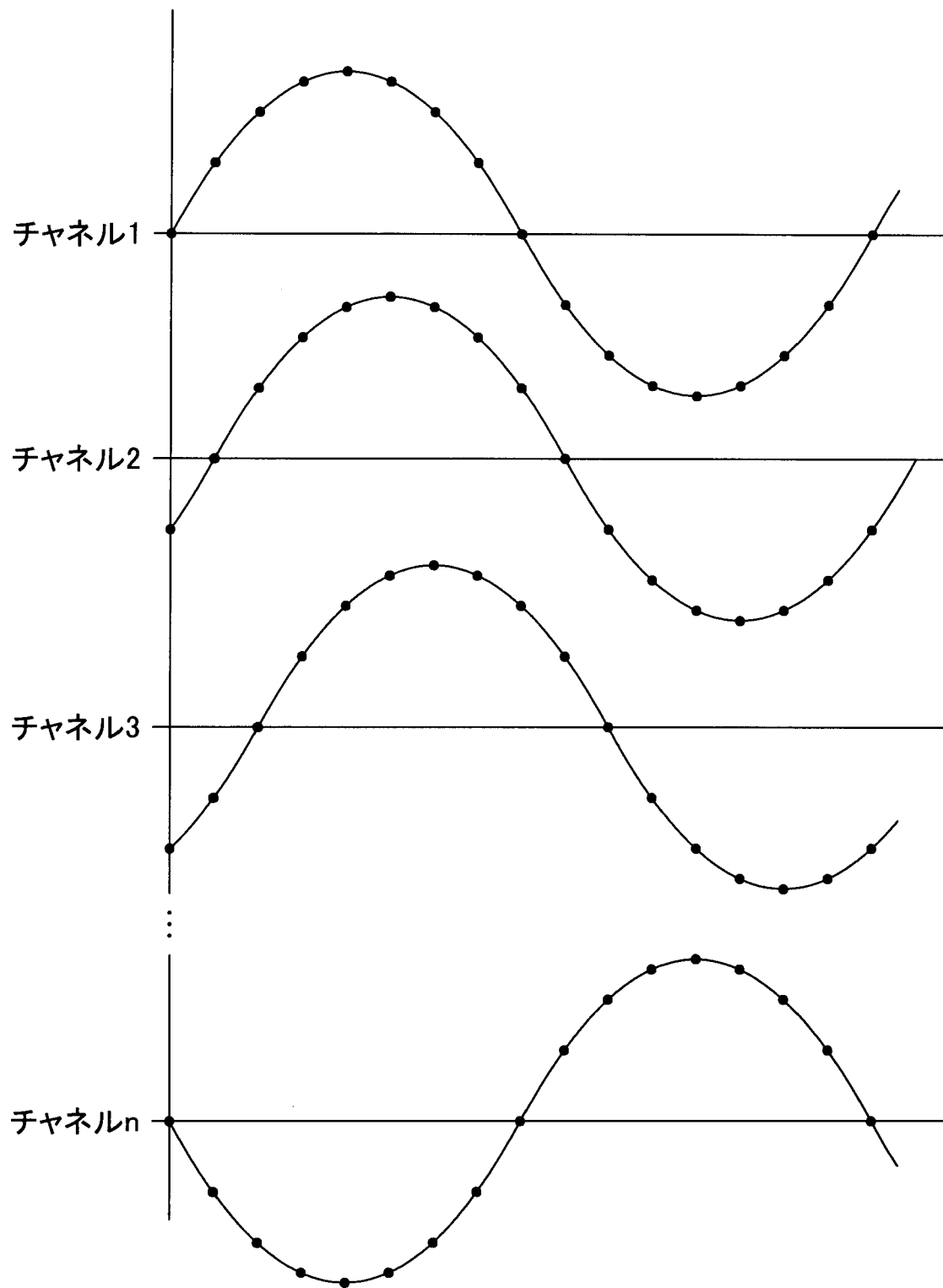
[図7]



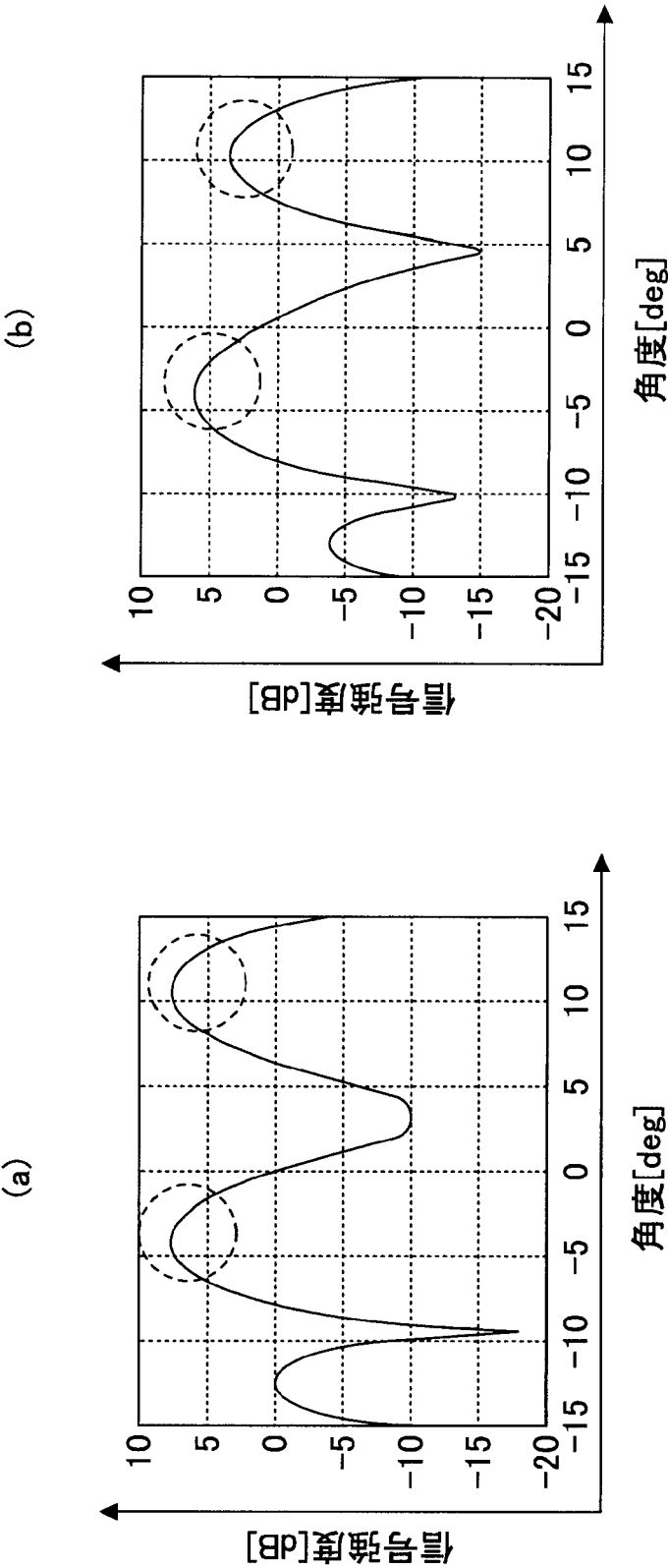
[図8]



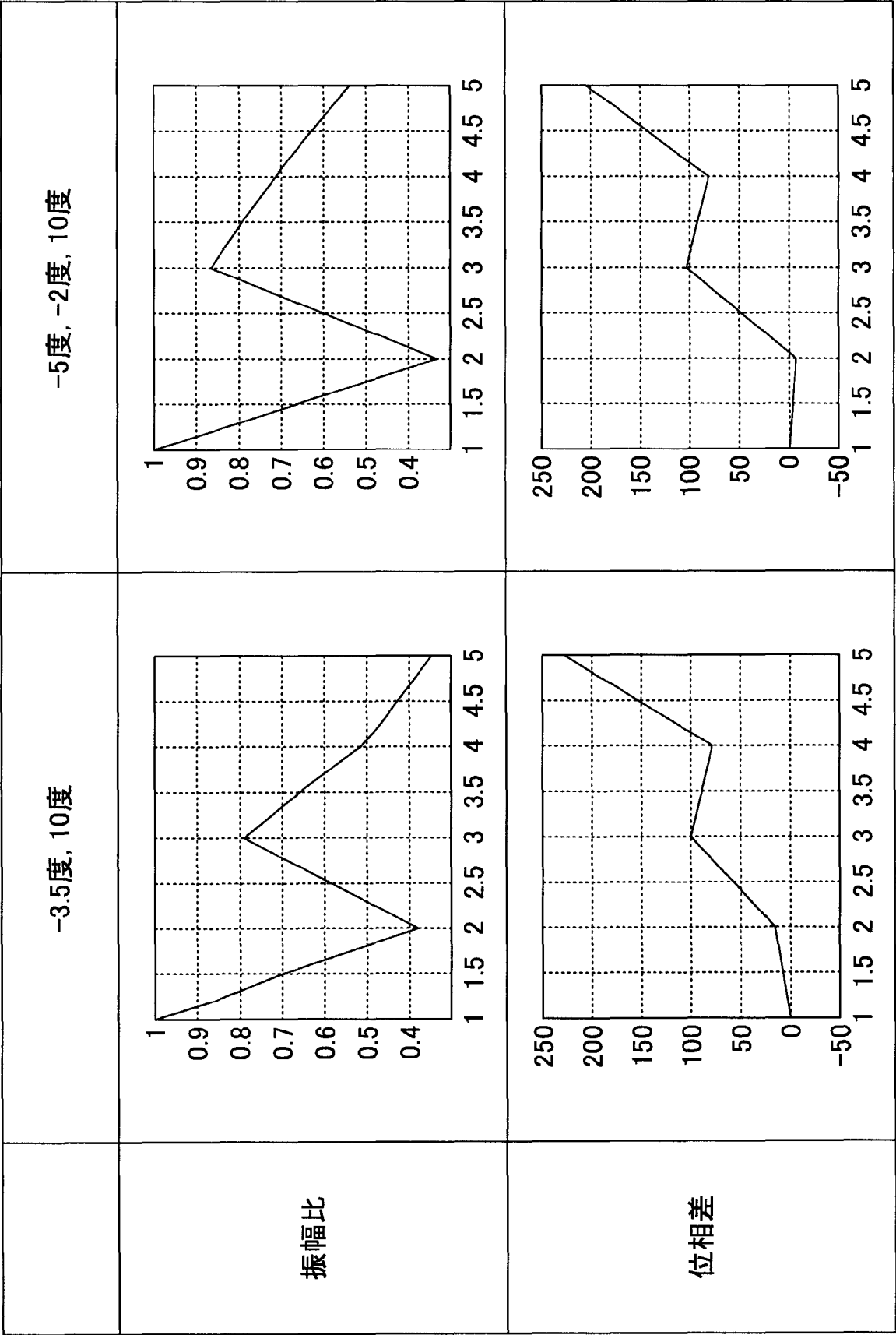
[図9]



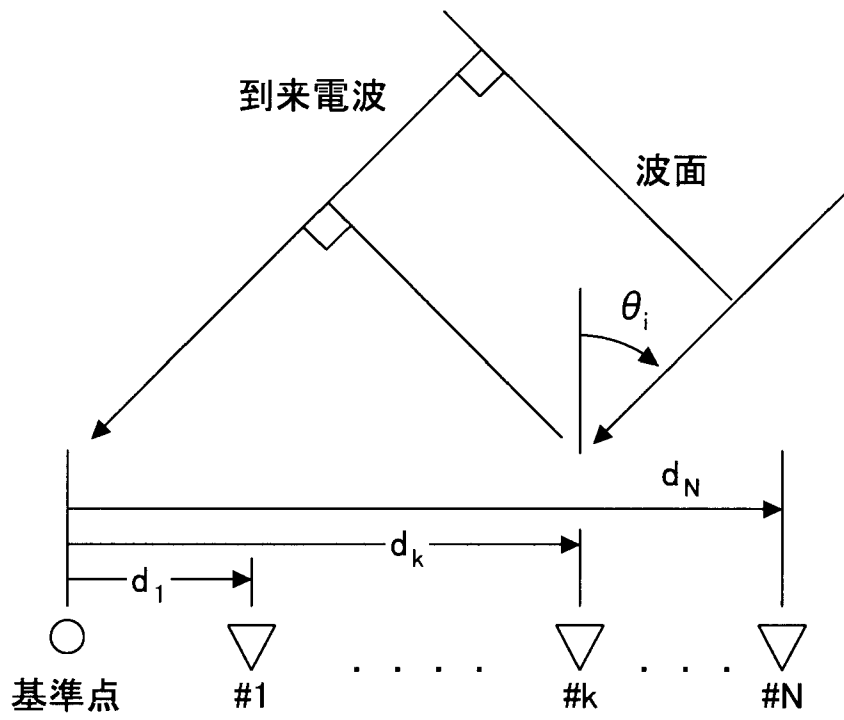
[図10]



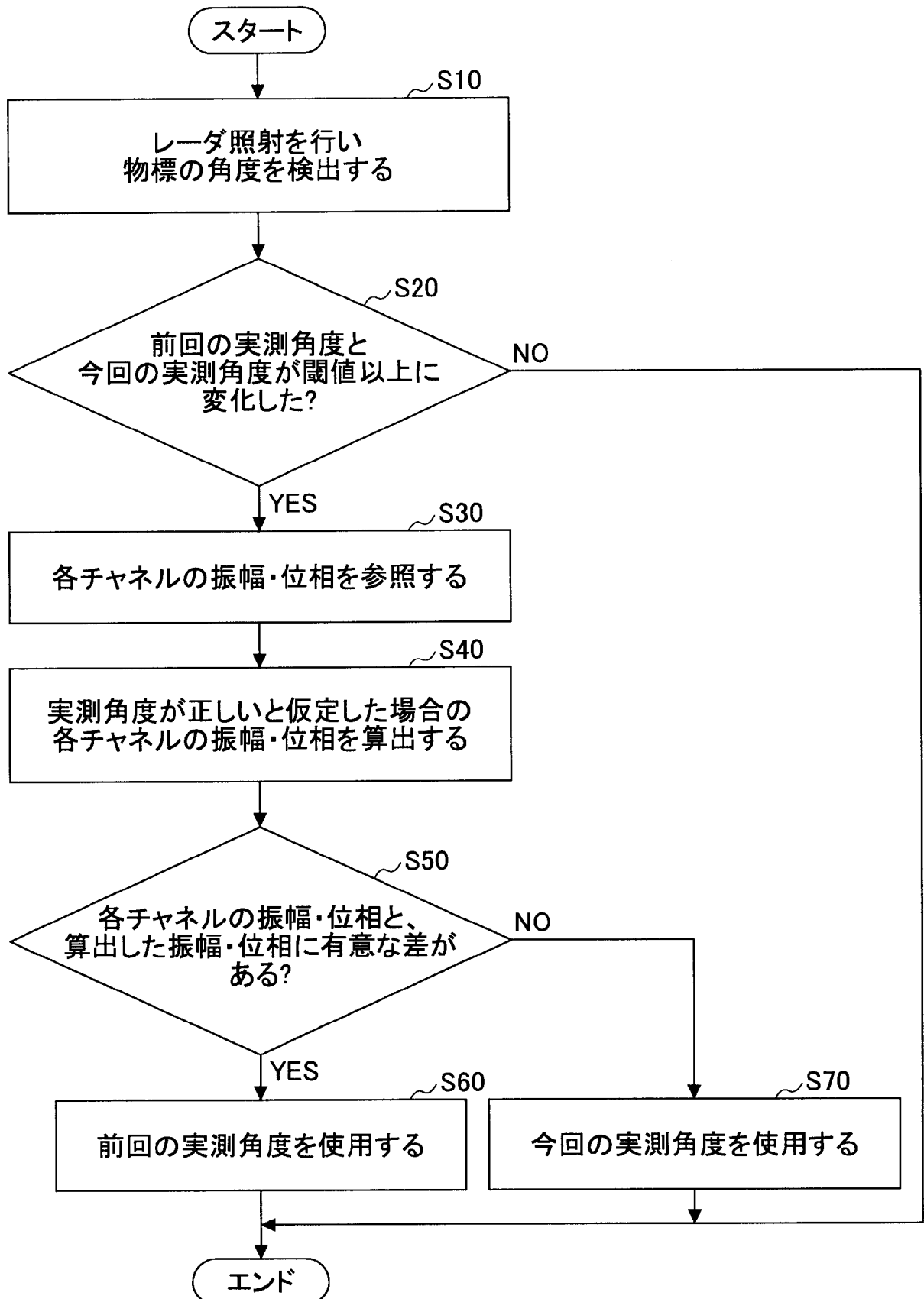
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/062966

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S13/42(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)

G01S7/00-42, G01S13/00-95

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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	WO 2007/094064 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 23 August 2007 (23.08.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 11-064497 A (Mitsubishi Electric Corp.), 05 March 1999 (05.03.1999), entire text; all drawings & US 5923282 A	1-6
A	JP 2010-151621 A (Fujitsu Ten Ltd.), 08 July 2010 (08.07.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

☒ 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

27 June, 2012 (27.06.12)

Date of mailing of the international search report

10 July, 2012 (10.07.12)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/062966

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 2004-226121 A (Denso Corp.), 12 August 2004 (12.08.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2008-039718 A (Fujitsu Ten Ltd.), 21 February 2008 (21.02.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01S13/42(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 (I P C))

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

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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	WO 2007/094064 A1 (三菱電機株式会社) 2007.08.23, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 11-064497 A (三菱電機株式会社) 1999.03.05, 全文, 全図 & US 5923282 A	1-6
A	JP 2010-151621 A (富士通テン株式会社) 2010.07.08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6

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

2 7 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

堀 圭史

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8

2 S

3 0 0 5

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 2004-226121 A (株式会社デンソー) 2004. 08. 12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2008-039718 A (富士通テン株式会社) 2008. 02. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6