(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
2019年3月28日(28.03.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/059115 A1

(51) 国際特許分類:
G01S 7/02 (2006.01)　*H01Q 19/08* (2006.01)
G01S 7/03 (2006.01)　*H01Q 21/06* (2006.01)
G01S 13/44 (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2018/034135

(22) 国際出願日：　2018年9月14日(14.09.2018)

(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 2017-184132　2017年9月25日(25.09.2017)　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２５２０番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 大内 勝美(**OUCHI Katsumi**); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 北山 晃(**KITAYAMA Akira**); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０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２５２０番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

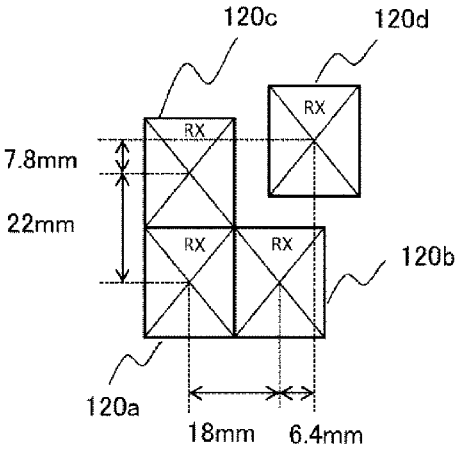
(74) 代理人: 戸田 裕二(**TODA Yuji**); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目６番１号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(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, 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,

(54) **Title:** RADAR DEVICE AND ANTENNA DEVICE

(54) 発明の名称： レーダ装置、アンテナ装置

図4



(57) **Abstract:** The present invention minimizes the overall area occupied by a reception antenna while preventing erroneous detections resulting from azimuth aliasing. A reception antenna includes antenna elements 120a and 120b that are disposed along the horizontal direction, antenna elements 120a and 120c that are disposed along the vertical direction, and an antenna element 120d that is disposed at an angle from the antenna elements 120a and 120b with respect to the horizontal direction and is disposed at an angle from the antenna elements 120a and 120c with respect to the vertical direction. The distance between the centers of the antenna elements 120a and 120b in the horizontal direction differs from the distances between the center of the antenna element 120d and the respective centers of the antenna elements 120a and 120c in the horizontal direction. The distance between the centers of the antenna elements 120a and 120c in the vertical direction differs from the distances between the center of the antenna element 120d and the respective centers of the antenna elements 120a and 120c in the vertical direction.

WO 2019/059115 A1

［続葉有］

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))

(57) 要約:受信アンテナ全体の占有面積を抑えつつ、角度折り返しによる誤検知を防ぐ。受信アンテナは、水平方向に沿って配置されたアンテナ素子１２０ａおよび１２０ｂと、鉛直方向に沿って配置されたアンテナ素子１２０ａおよび１２０ｃと、アンテナ素子１２０ａおよび１２０ｂから水平方向に対して斜めに配置されると共に、アンテナ素子１２０ａおよび１２０ｃから垂直方向に対して斜めに配置されたアンテナ素子１２０ｄとを含む。アンテナ素子１２０ａおよび１２０ｂの水平方向における中心間隔と、アンテナ素子１２０ａおよび１２０ｃの各々とアンテナ素子１２０ｄとの水平方向における中心間隔とは、互いに異なっている。また、アンテナ素子１２０ａおよび１２０ｃの垂直方向における中心間隔と、アンテナ素子１２０ａおよび１２０ｃの各々とアンテナ素子１２０ｄとの垂直方向における中心間隔とは、互いに異なっている。

明　細　書

発明の名称 ： レーダ装置、アンテナ装置

技術分野

[0001] 本発明は、レーダ装置およびアンテナ装置に関する。

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。

[0003] レーダ装置では、アンテナのゲインを確保するなどの目的により、複数の受信アンテナが半波長以上の間隔で並べて配置されたアンテナ構成を用いて、受信アンテナ間隔と受信信号の位相差から検出対象とする物体の方位角を求める位相モノパルス方式が採用されることがある。位相モノパルス方式では、角度折り返しによる誤検知（ゴースト）が問題になる。この問題を解消するために、特許文献１には、三つ以上の受信アンテナを一直線上に不等間隔に配置して信号処理を行うことで、角度折り返しによるゴーストの情報を排除する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１０－１７５４３０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献１に開示された技術では、三つ以上の受信アンテナを一直線上に

不等間隔に配置する必要があるため、受信アンテナ全体の占有面積が増大する。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の第１の態様によるレーダ装置は、電磁波を送信する送信アンテナと、前記電磁波を反射する物体から反射波を受信する受信アンテナと、制御部と、を備え、前記受信アンテナは、第一方向に沿って配置された複数の第一受信アンテナ素子からなる第一受信アンテナ素子群と、前記第一受信アンテナ素子群に属する少なくとも二つの第一受信アンテナ素子から前記第一方向に対して斜めに配置された第二受信アンテナ素子と、を含み、前記少なくとも二つの第一受信アンテナ素子の前記第一方向における中心間隔と、前記少なくとも二つの第一受信アンテナ素子の各々と前記第二受信アンテナ素子との前記第一方向における中心間隔とは、互いに異なっており、前記制御部は、前記少なくとも二つの第一受信アンテナ素子による受信信号と、前記第二受信アンテナ素子による受信信号とを用いて、前記物体の前記第一方向における角度を算出する信号処理を行う。

本発明の第２の態様によるレーダ装置は、電磁波を送信する送信アンテナと、前記電磁波を反射する物体から反射波を受信する受信アンテナと、制御部と、を備え、前記受信アンテナは、第一方向に沿って配置された複数の第一受信アンテナ素子からなる第一受信アンテナ素子群と、前記第一方向に対して垂直な第二方向に沿って配置された複数の第二受信アンテナ素子からなる第二受信アンテナ素子群と、前記第一受信アンテナ素子群に属する少なくとも二つの第一受信アンテナ素子から前記第一方向に対して斜めに配置されると共に、前記第二受信アンテナ素子群に属する少なくとも二つの第二受信アンテナ素子から前記第二方向に対して斜めに配置された第三受信アンテナ素子と、を含み、前記少なくとも二つの第一受信アンテナ素子の前記第一方向における中心間隔と、前記少なくとも二つの第一受信アンテナ素子の各々と前記第三受信アンテナ素子との前記第一方向における中心間隔とは、互いに異なっており、前記少なくとも二つの第二受信アンテナ素子の前記第二方

向における中心間隔と、前記少なくとも二つの第二受信アンテナ素子の各々と前記第三受信アンテナ素子との前記第二方向における中心間隔とは、互いに異なっており、前記制御部は、前記少なくとも二つの第一受信アンテナ素子による受信信号と、前記第三受信アンテナ素子による受信信号とを用いて、前記物体の前記第一方向における角度を算出する信号処理を行い、前記少なくとも二つの第二受信アンテナ素子による受信信号と、前記第三受信アンテナ素子による受信信号とを用いて、前記物体の前記第二方向における角度を算出する信号処理を行う。

本発明の第３の態様によるアンテナ装置は、レーダ装置において用いられるものであって、第一方向に沿って配置された複数の第一アンテナ素子からなる第一アンテナ素子群と、前記第一アンテナ素子群に属する少なくとも二つの第一アンテナ素子から前記第一方向に対して斜めに配置された第二アンテナ素子と、を有し、前記少なくとも二つの第一アンテナ素子の前記第一方向における中心間隔と、前記少なくとも二つの第一アンテナ素子の各々と前記第二アンテナ素子との前記第一方向における中心間隔とは、互いに異なっている。

本発明の第４の態様によるアンテナ装置は、レーダ装置において用いられるものであって、第一方向に沿って配置された複数の第一アンテナ素子からなる第一アンテナ素子群と、前記第一方向に対して垂直な第二方向に沿って配置された複数の第二アンテナ素子からなる第二アンテナ素子群と、前記第一アンテナ素子群に属する少なくとも二つの第一アンテナ素子から前記第一方向に対して斜めに配置されると共に、前記第二アンテナ素子群に属する少なくとも二つの第二アンテナ素子から前記第二方向に対して斜めに配置された第三アンテナ素子と、を有し、前記少なくとも二つの第一アンテナ素子の前記第一方向における中心間隔と、前記少なくとも二つの第一アンテナ素子の各々と前記第三アンテナ素子との前記第一方向における中心間隔とは、互いに異なっており、前記少なくとも二つの第二アンテナ素子の前記第二方向における中心間隔と、前記少なくとも二つの第二アンテナ素子の各々と前記

第三アンテナ素子との前記第二方向における中心間隔とは、互いに異なっている。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、受信アンテナ全体の占有面積を抑えつつ、角度折り返しによる誤検知を防ぐことができる。

図面の簡単な説明

[0008] [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アンテナ素子の構造図である。

[図3]本発明の一実施形態に係る誘電体基板を示す図である。

[図4]本発明の第１の実施形態に係る受信アンテナにおけるアンテナ素子の配置を示す図である。

[図5]水平方向の間隔が互いに異なる二対の受信アンテナ間の位相差の例を示す図である。

[図6]鉛直方向の間隔が互いに異なる二対の受信アンテナ間の位相差の例を示す図である。

[図7]本発明の一実施形態に係るレーダ装置の動作フローを示す図である。

[図8]本発明の第１の実施形態に係る信号処理のフローを示す図である。

[図9]本発明の第２の実施形態に係る受信アンテナにおけるアンテナ素子の配置を示す図である。

[図10]本発明の第２の実施形態に係る信号処理のフローを示す図である。

[図11]本発明の第３の実施形態に係る送受信アンテナにおけるアンテナ素子の配置を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 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。

[0010] （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１００の構成を示す図である。レーダ装置１００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１

０２、送信部１０３、受信部１０４、発振器１０５、制御部１０６、および通信I／Ｆ部１０７を備える。レーダ装置１００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。

[0011] 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）や逓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、制御部１０６により制御（変調）されている。

[0012] 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。

[0013] 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、制御部１０６に入力される。

[0014] 制御部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Ａ／Ｄ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、制御部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。

[0015] 制御部１０６は、その機能として、ＦＦＴ処理部１１０、および物体情報算出部１１２を備える。制御部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、制御部１０６の各機能をＦＰＧＡ等のハードウェアで実現してもよい。

[0016] ＦＦＴ処理部１１０には、受信部１０４から出力されてＡ／Ｄ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、すなわち受信信号のスペクトル情報は、物体情報算出部１１２に出力される。

[0017] 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１００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Ｉ／Ｆ部１０７を通じて車両制御装置１０９へと送信される。

[0018] レーダ装置１００では、上記の変調動作期間、信号処理期間のセット（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。

[0019] 通信Ｉ／Ｆ部１０７は、レーダ装置１００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Ｉ／Ｆ部１０７が行うインタフェース処理により、制御部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

制御用データが制御部１０６に入力される。

[0020] なお、図１で説明したレーダ装置１００の構成は、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を複数備えてもよいし、ＦＦＴ処理部１１０を制御部１０６とは別のハードウェアで実現してもよい。

[0021] 次に、図２および図３を用いて、本発明の第１の実施形態に係るレーダ装置１００において送信アンテナ１０１および受信アンテナ１０２をそれぞれ構成するアンテナ素子の構造の一例を説明する。本実施形態では、送信アンテナ１０１および受信アンテナ１０２がホーンアンテナを用いた複数のアンテナ素子１２０でそれぞれ構成されている例を説明する。

[0022] 図２は、本発明の一実施形態に係るアンテナ素子１２０の構造図である。図２に示すアンテナ素子１２０は、ホーン部２００、誘電体基板３００および誘電体レンズ４００により構成される。ホーン部２００は、放射側開口端２１０および放射源側開口端２２０を有する。誘電体基板３００は、ホーン部２００の放射源側開口端２２０に配置されており、放射部３１０、第１の導体部３２０、第２の導体部３３０および貫通孔３４０を有する。誘電体レンズ４００は、ホーン部２００の放射側開口端２１０に配置されており、光軸Ｄ１－Ｄ１’を有する。

[0023] 図２において、（Ａ）はアンテナ素子１２０をホーン部２００の放射側開口端２１０の方向から見た形状を示している。また、（Ｂ）はアンテナ素子１２０を（Ａ）に示した第１の仮想線Ａ１－Ａ１’に沿って切断した断面形状を示しており、（Ｃ）はアンテナ素子１２０を（Ａ）に示した第２の仮想線Ｂ１－Ｂ１’に沿って切断した断面形状を示している。第１の仮想線Ａ１－Ａ１’は、ホーン部２００の放射側開口端２１０の中心を縦方向に通る縦中心線である。第２の仮想線Ｂ１－Ｂ１’は、ホーン部２００の放射側開口端２１０の中心を横方向に通り、かつ第１の仮想線Ａ１－Ａ１’と直交する横中心線である。誘電体レンズ４００の光軸Ｄ１－Ｄ１’は、第１の仮想線

Ａ１－Ａ１’と第２の仮想線Ｂ１－Ｂ１’の交点を通る。

[0024] 送信アンテナ１０１に用いられるアンテナ素子１２０の場合、放射部３１０は、送信部１０３から入力された送信信号を電磁波に変換し、ホーン部２００の放射源側開口端２２０に向けて放射する。ホーン部２００は、放射部３１０から放射された電磁波を放射源側開口端２２０から放射側開口端２１０まで伝搬する。誘電体レンズ４００は、放射部３１０から放射された電磁波を平面波に変換して放出する。これにより、アンテナ素子１２０は、車両周囲の物体に向けて、誘電体レンズ４００の光軸Ｄ１－Ｄ１’と略平行に電波を放射する。

[0025] 一方、受信アンテナ１０２に用いられるアンテナ素子１２０の場合、誘電体レンズ４００は、物体から反射されてホーン部２００の放射側開口端２１０に入射された反射波を、放射源側開口端２２０に向けて集約する。ホーン部２００は、誘電体レンズ４００により集約された反射波を放射側開口端２１０から放射源側開口端２２０まで伝搬する。放射部３１０は、誘電体レンズ４００により集約された反射波を受信信号に変換し、受信部１０４に出力する。

[0026] 放射部３１０は、誘電体基板３００がホーン部２００と接する第１の面Ｓ１に形成されており、放射源側開口端２２０の略中心に配置される。第１の導体部３２０は、放射部３１０と同じ第１の面Ｓ１に形成されており、放射部３１０の周囲にホーン部２００と接するように配置される。第２の導体部３３０は、誘電体基板３００において、放射部３１０および第１の導体部３２０が形成されている第１の面Ｓ１とは反対側の第２の面Ｓ２に形成されている。貫通孔３４０は、第１の導体部３２０と第２の導体部３３０とを導通させるように、誘電体基板３００の内部に形成されている。

[0027] 本実施形態のアンテナ素子１２０は、第１の仮想線Ａ１－Ａ１’が第２の仮想線Ｂ１－Ｂ１’よりも長い。つまり、本実施形態のアンテナ素子１２０において、ホーン部２００の放射側開口端２１０は、第１の仮想線Ａ１－Ａ１’の方向（縦方向）が、第２の仮想線Ｂ１－Ｂ１’の方向（横方向）より

も長く、長方形の形状を有している。ただし、アンテナ素子１２０の形状はこれに限定されない。

[0028] 図３は、本発明の一実施形態に係る誘電体基板３００を示す図である。図３では、誘電体基板３００を第１の面Ｓ１側から見た形状を示している。図３に示すように、誘電体基板３００の第１の面Ｓ１において、第１の導体部３２０は、放射部３１０から一定の距離をおいて放射部３１０を囲むように形成される。

[0029] なお、図２に示したように、第１の導体部３２０は、貫通孔３４０を介して、誘電体基板３００の第２の面Ｓ２に形成された第２の導体部３３０と電気的に接続される。これにより、第１の導体部３２０および第２の導体部３３０は、放射部３１０の基準電位面として機能する。また、放射部３１０はパッチアンテナとして動作し、誘電体基板３００の第１の面Ｓ１側から電磁波を放射する。

[0030] 次に、受信アンテナ１０２におけるアンテナ素子の配置例について説明する。図４は、本発明の第１の実施形態に係る受信アンテナ１０２におけるアンテナ素子の配置を示す図である。図４では、４個の受信チャネルを持つレーダ装置１００において、４個のアンテナ素子１２０ａ～１２０ｄが配置された受信アンテナ１０２を受信面（レーダ正面）側から見た様子を示している。なお、アンテナ素子１２０ａ～１２０ｄは、図２、３で説明したアンテナ素子１２０とそれぞれ同様の構造を有している。すなわち、アンテナ素子１２０ａ～１２０ｄは、図２、３に示したホーン部２００、誘電体基板３００および誘電体レンズ４００によりそれぞれ構成される。

[0031] 図４に示すように、アンテナ素子１２０ａ、１２０ｂは、水平方向に隣接して配置される。また、アンテナ素子１２０ａ、１２０ｃは、垂直方向に隣接して配置される。たとえば、アンテナ素子１２０ａ～１２０ｄがそれぞれ有するホーン部２００のサイズが、水平方向で１８ｍｍ、垂直方向で２２ｍｍであるとする。このとき図４に示すように、アンテナ素子１２０ａとアンテナ素子１２０ｂの水平方向における中心間隔は１８ｍｍであり、アンテナ

素子１２０ａとアンテナ素子１２０ｃの垂直方向における中心間隔は２２ｍｍである。これにより、互いに直交する２方向、すなわち水平方向と垂直方向に対する物体の位置を検出できるようになっている。

[0032] 一方、アンテナ素子１２０ｄは、アンテナ素子１２０ａ～１２０ｃから斜めにずれた位置に配置されている。すなわち、アンテナ素子１２０ａおよび１２０ｂから見ると、これらの並び方向すなわち水平方向に対して、アンテナ素子１２０ｄは斜めに配置されている。これにより、アンテナ素子１２０ａ、１２０ｂの水平方向における中心間隔と、これらとアンテナ素子１２０ｄとの水平方向における中心間隔とは、互いに異なっている。具体的には、たとえば図４に示すように、アンテナ素子１２０ｂとアンテナ素子１２０ｄの水平方向における中心間隔は６．４ｍｍである。このとき、アンテナ素子１２０ａとアンテナ素子１２０ｄの水平方向における中心間隔は、１８＋６．４＝２４．４ｍｍである。

[0033] 同様に、アンテナ素子１２０ａおよび１２０ｃから見ると、これらの並び方向すなわち垂直方向に対して、アンテナ素子１２０ｄは斜めに配置されている。これにより、アンテナ素子１２０ａ、１２０ｃの垂直方向における中心間隔と、これらとアンテナ素子１２０ｄとの垂直方向における中心間隔とは、互いに異なっている。具体的には、たとえば図４に示すように、アンテナ素子１２０ｃとアンテナ素子１２０ｄの垂直方向における中心間隔は７．８ｍｍである。このとき、アンテナ素子１２０ａとアンテナ素子１２０ｄの垂直方向における中心間隔は、２２＋７．８＝２９．８ｍｍである。

[0034] なお、以上説明したアンテナ素子１２０ａ～１２０ｄの中心間隔は一例であり、必ずしもこの数値とする必要はない。アンテナ素子１２０ａ～１２０ｄでそれぞれ反射信号を受信して得られた受信信号から物体の方向を一意に定めることができるように、アンテナ素子１２０ａ～１２０ｄの中心間隔が定められる。具体的には、レーダ装置１００の水平方向視野角（たとえば±４５度）において、アンテナ素子１２０ａの受信信号とアンテナ素子１２０ｂの受信信号との位相差と、アンテナ素子１２０ｂの受信信号とアンテナ素

子１２０ｄの受信信号との位相差との組合せから、水平方向の角度が一つに定まるように、アンテナ素子１２０ａ、１２０ｂおよび１２０ｄの水平方向の中心距離が決められる。また、レーダ装置１００の垂直方向視野角（たとえば±４５度）において、アンテナ素子１２０ａの受信信号とアンテナ素子１２０ｃの受信信号との位相差と、アンテナ素子１２０ｃの受信信号とアンテナ素子１２０ｄの受信信号との位相差との組合せから、垂直方向の角度が一つに定まるように、アンテナ素子１２０ａ、１２０ｃおよび１２０ｄの垂直方向の中心距離が決められる。

[0035] アンテナ素子１２０ａ～１２０ｄの中心間隔の決定方法について、図５、６を参照して以下に説明する。なお、以下の説明では、アンテナ素子１２０ａ～１２０ｄからそれぞれ出力される受信信号を、受信チャネルＣａ～Ｃｄと称する。また、受信チャネルＣａと受信チャネルＣｂの位相差を「第１の位相差」、受信チャネルＣｂと受信チャネルＣｄの位相差を「第２の位相差」、受信チャネルＣａと受信チャネルＣｃの位相差を「第３の位相差」、受信チャネルＣｃと受信チャネルＣｄの位相差を「第４の位相差」とそれぞれ称する。

[0036] 図５は、水平方向の間隔が互いに異なる二対の受信アンテナ間の位相差の例を示す図である。図５では、図４に示したアンテナ素子の配置において、周波数が約７７ＧＨｚの反射波を物体から受信した場合の物体の水平方位角と位相差との関係を示している。図５において、横軸はレーダ正面方向を±０度としたときの物体の水平方位角すなわち水平方向の物体角度を表し、縦軸はアンテナ素子間の位相差の大きさを表している。

[0037] 図５において実線で示したグラフ５１は、第１の位相差を示すグラフである。また、図５において破線で示したグラフ５２は、第２の位相差を示すグラフである。これらのグラフ５１、５２の各頂点位置や傾きは、アンテナ素子１２０ａ、１２０ｂおよび１２０ｄの水平方向における中心間隔に応じて定まる。したがって、本実施形態の受信アンテナ１０２では、第１の位相差および第２の位相差のどの値に対しても、グラフ５１、５２において一つの

水平方位角が定まるように、アンテナ素子１２０ａ、１２０ｂおよび１２０ｄの水平方向における中心間隔が決定される。

[0038] 図６は、鉛直方向の間隔が互いに異なる二対の受信アンテナ間の位相差の例を示す図である。図６では、図４に示したアンテナ素子の配置において、周波数が約７７ＧＨｚの反射波を物体から受信した場合の物体の鉛直方位角と位相差との関係を示している。図６において、横軸はレーダ正面方向を±０度としたときの物体の鉛直方位角すなわち垂直方向の物体角度を表し、縦軸はアンテナ素子間の位相差の大きさを表している。

[0039] 図６において実線で示したグラフ６１は、第３の位相差を示すグラフである。また、図６において破線で示したグラフ６２は、第４の位相差を示すグラフである。これらのグラフ６１、６２の各頂点位置や傾きは、アンテナ素子１２０ａ、１２０ｃおよび１２０ｄの垂直方向における中心間隔に応じて定まる。したがって、本実施形態の受信アンテナ１０２では、第３の位相差および第４の位相差のどの値に対しても、グラフ６１、６２において一つの鉛直方位角が定まるように、アンテナ素子１２０ａ、１２０ｃおよび１２０ｄの垂直方向における中心間隔が決定される。

[0040] 次に、本実施形態において制御部１０６が実施する処理の詳細について説明する。図７は、本発明の一実施形態に係るレーダ装置１００の動作フローを示す図である。制御部１０６は、たとえばＣＰＵで実行されるプログラムにより、図７のフローチャートに示す処理を実現する。

[0041] ステップＳ１１０において、制御部１０６は、レーダ装置１００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、制御部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１００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。

[0042] ステップＳ１２０において、制御部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。このとき制御部１０６は、ステップＳ１１０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。

[0043] ステップＳ１３０において、制御部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、後で説明する図８のフローチャートに従って信号処理を行うことにより、受信信号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。

[0044] ステップＳ１４０において、制御部１０６は、ステップＳ１３０で算出した物体情報を、通信Ｉ／Ｆ部１０７を介して車両制御装置１０９に送信する。

[0045] ステップＳ１５０において、制御部１０６は、予め設定されたレーダ装置１００の動作終了条件を満たすか否かを判定する。レーダ装置１００の動作終了条件を満たしていなければ、制御部１０６はステップＳ１２０に戻って上記の処理を繰り返す。一方、レーダ装置１００の動作終了条件を満たしている場合、制御部１０６は図７のフローチャートに示す処理を終えて停止する。

[0046] 次に、本実施形態において図７のステップＳ１３０で制御部１０６が実施する信号処理の詳細について説明する。図８は、本発明の第１の実施形態に係る信号処理のフローを示す図である。本実施形態において制御部１０６は、図８のフローチャートに従って、ステップＳ１３０の信号処理を実行する。

[0047] ステップＳ２１０において、制御部１０６は、受信アンテナ１０２から出力された４チャネル分の受信信号、すなわち受信チャネルＣａ～Ｃｄの受信データを取得する。ここでは、受信部１０４から出力される受信チャネルＣａ～Ｃｄの各ビート信号のデジタルデータを、受信チャネルＣａ～Ｃｄに対

応する４チャネル分の受信データとして取得する。

[0048] ステップＳ２２０において、制御部１０６は、まず、ステップＳ２１０で取得した４チャネル分の受信データに対するＦＦＴ処理をＦＦＴ処理部１１０において行うことで、受信チャネルＣａ～Ｃｄの周波数スペクトル情報をそれぞれ取得する。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、受信チャネルＣａ～Ｃｄの周波数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、速度を物体情報として算出する。

[0049] ステップＳ２３０において、制御部１０６は、ステップＳ２１０で取得した４チャネル分の受信データのうち、水平方向に異なる中心間隔で配置された３つのアンテナ素子による３チャネル分の受信データを用いて、受信信号における水平方向の位相差を検出する。ここでは、アンテナ素子１２０ａ、１２０ｂ、１２０ｄからそれぞれ出力された受信信号である受信チャネルＣａ、Ｃｂ、Ｃｄの受信データを用いて、これらの受信信号間の位相差を検出する。具体的には、図４に例示したアンテナ素子１２０ａ、１２０ｂの水平方向における中心間隔と、受信チャネルＣａ、Ｃｂの受信データとに基づき、位相モノパルス方式により第１の位相差を算出する。同様に、図４に例示したアンテナ素子１２０ｂ、１２０ｄの水平方向における中心間隔と、受信チャネルＣｂ、Ｃｄの受信データとに基づき、位相モノパルス方式により第２の位相差を算出する。

[0050] ステップＳ２４０において、制御部１０６は、ステップＳ２１０で取得した４チャネル分の受信データのうち、垂直方向に異なる中心間隔で配置された３つのアンテナ素子による３チャネル分の受信データを用いて、受信信号における鉛直方向の位相差を検出する。ここでは、アンテナ素子１２０ａ、１２０ｃ、１２０ｄからそれぞれ出力された受信信号である受信チャネルＣａ、Ｃｃ、Ｃｄの受信データを用いて、これらの受信信号間の位相差を検出する。具体的には、図４に例示したアンテナ素子１２０ａ、１２０ｃの垂直方向における中心間隔と、受信チャネルＣａ、Ｃｃの受信データとに基づき

、位相モノパルス方式により第３の位相差を算出する。同様に、図４に例示したアンテナ素子１２０ｃ、１２０ｄの垂直方向における中心間隔と、受信チャネルＣｃ、Ｃｄの受信データとに基づき、位相モノパルス方式により第４の位相差を算出する。

[0051] ステップＳ２５０において、制御部１０６は、ステップＳ２３０、Ｓ２４０でそれぞれ検出された位相差を用いた角度マッチング処理を行う。具体的には、ステップＳ２３０で算出した第１の位相差および第２の位相差の組合せと、図５に例示したこれらの関係とに基づき、物体の水平方向の角度を決定する。また、ステップＳ２４０で算出した第３の位相差および第４の位相差の組合せと、図６に例示したこれらの関係とに基づき、物体の垂直方向の角度を決定する。これにより、物体の相対的な角度を物体情報として算出する。

[0052] ステップＳ２６０において、制御部１０６は、ステップＳ２２０、Ｓ２５０でそれぞれ算出した物体情報の履歴から、物体のトラッキング処理を行う。ステップＳ２６０を実行したら、制御部１０６は図８に示す信号処理を終了する。

[0053] 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。

[0054] （１）レーダ装置１００は、電磁波を送信する送信アンテナ１０１と、電磁波を反射する物体から反射波を受信する受信アンテナ１０２と、制御部１０６とを備える。受信アンテナ１０２は、水平方向に沿って配置されたアンテナ素子１２０ａおよび１２０ｂと、鉛直方向に沿って配置されたアンテナ素子１２０ａおよび１２０ｃと、アンテナ素子１２０ａおよび１２０ｂから水平方向に対して斜めに配置されると共に、アンテナ素子１２０ａおよび１２０ｃから垂直方向に対して斜めに配置されたアンテナ素子１２０ｄとを含む。アンテナ素子１２０ａおよび１２０ｂの水平方向における中心間隔と、アンテナ素子１２０ａおよび１２０ｃの各々とアンテナ素子１２０ｄとの水平方向における中心間隔とは、互いに異なっている。また、アンテナ素子１２

０ａおよび１２０ｃの垂直方向における中心間隔と、アンテナ素子１２０ａおよび１２０ｃの各々とアンテナ素子１２０ｄとの垂直方向における中心間隔とは、互いに異なっている。制御部１０６は、アンテナ素子１２０ａおよび１２０ｂによる受信信号と、アンテナ素子１２０ｄによる受信信号とを用いて、物体の水平方向における角度を算出する信号処理を行い（ステップＳ２３０、Ｓ２５０）、アンテナ素子１２０ａおよび１２０ｃによる受信信号と、アンテナ素子１２０ｄによる受信信号とを用いて、物体の垂直方向における角度を算出する信号処理を行う（ステップＳ２４０、Ｓ２５０）。このようにしたので、受信アンテナ１０２全体の占有面積を抑えつつ、水平方向および垂直方向について、角度折り返しによる誤検知を防ぐことができる。さらに、信号処理に必要な受信データ量を低減することもできる。

[0055] （２）水平方向に沿って配置された二つのアンテナ素子１２０ａ、１２０ｂのうちアンテナ素子１２０ａと、垂直方向に沿って配置された二つのアンテナ素子１２０ａ、１２０ｃのうちアンテナ素子１２０ａとは、互いに重複している。このようにしたので、受信アンテナ１０２全体の占有面積をさらに抑えると共に、受信アンテナ１０２の製造コストを低減することができる。

[0056] （３）アンテナ素子１２０ａおよび１２０ｂの配置方向を水平方向とし、これに対して垂直な方向である鉛直方向をアンテナ素子１２０ａおよび１２０ｃの配置方向とした。このようにしたので、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のに適した物体情報の算出が可能となる。

[0057] （４）受信アンテナ１０２におけるアンテナ素子１２０ａ～１２０ｄの各々は、ホーン部２００と、ホーン部２００の一方の開口端である放射側開口端２１０に配置されて物体からの反射波を集約する誘電体レンズ４００と、ホーン部２００の他方の開口端である放射源側開口端２２０に配置されて誘電体レンズ４００により集約された反射波を電気信号に変換する放射部３１０とを有する。このようにしたので、レーダ装置１００での使用に適した小型で高利得の受信アンテナ１０２を構成することができる。

[0058] （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の実施形態での説明とは異なる受信アンテナ構成で信号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１００の構成、制御部１０６の機能構成、図７で説明した制御部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、受信アンテナ構成および信号処理の違いのみを説明する。

[0059] 図９は、本発明の第２の実施形態に係る受信アンテナ１０２におけるアンテナ素子の配置を示す図である。図９では、３個の受信チャネルを持つレーダ装置１００において、３個のアンテナ素子１２０ｅ～１２０ｇが配置された受信アンテナ１０２を受信面（レーダ正面）側から見た様子を示している。なお、本実施形態のアンテナ素子１２０ｅ～１２０ｇも、第１の実施形態に係るアンテナ素子１２０ａ～１２０ｄと同様に、図２、３で説明したアンテナ素子１２０とそれぞれ同様の構造を有している。すなわち、アンテナ素子１２０ｅ～１２０ｇは、図２、３に示したホーン部２００、誘電体基板３００および誘電体レンズ４００によりそれぞれ構成される。

[0060] 図９に示すように、アンテナ素子１２０ｅ、１２０ｆは、水平方向に隣接して配置される。たとえば、アンテナ素子１２０ｅ、１２０ｆがそれぞれ有するホーン部２００のサイズが、第１の実施形態のアンテナ素子１２０ａ～１２０ｄと同様に、水平方向で１８ｍｍ、垂直方向で２２ｍｍであるとする。このとき図９に示すように、アンテナ素子１２０ｅとアンテナ素子１２０ｆの水平方向における中心間隔は１８ｍｍである。

[0061] 一方、アンテナ素子１２０ｇは、アンテナ素子１２０ｅ、１２０ｆから斜めにずれた位置に配置されている。すなわち、アンテナ素子１２０ｅおよび１２０ｆから見ると、これらの並び方向すなわち水平方向に対して、アンテナ素子１２０ｇは斜めに配置されている。これにより、アンテナ素子１２０ｅ、１２０ｆの水平方向における中心間隔と、これらとアンテナ素子１２０ｇとの水平方向における中心間隔とは、互いに異なっている。具体的には、たとえば図９に示すように、アンテナ素子１２０ｅとアンテナ素子１２０ｇ

の水平方向における中心間隔は６．４ｍｍである。このとき、アンテナ素子１２０ｆとアンテナ素子１２０ｇの水平方向における中心間隔は、１８－６．４＝１１．６ｍｍである。

[0062] なお、以上説明したアンテナ素子１２０ｅ～１２０ｇの中心間隔は一例であり、必ずしもこの数値とする必要はない。アンテナ素子１２０ｅ～１２０ｇでそれぞれ反射信号を受信して得られた受信信号から物体の方向を一意に定めることができるように、アンテナ素子１２０ｅ～１２０ｇの中心間隔が定められる。具体的には、レーダ装置１００の水平方向視野角（たとえば±４５度）において、アンテナ素子１２０ｅの受信信号とアンテナ素子１２０ｆの受信信号との位相差と、アンテナ素子１２０ｅの受信信号とアンテナ素子１２０ｇの受信信号との位相差との組合せから、水平方向の角度が一つに定まるように、アンテナ素子１２０ｅ、１２０ｆおよび１２０ｇの水平方向の中心距離が決められる。

[0063] アンテナ素子１２０ｅ～１２０ｇの中心間隔の決定方法は、第１の実施形態で図５を参照して説明したとおりである。すなわち、受信チャネルＣｅと受信チャネルＣｆとの位相差（以下、第５の位相差と称する）、および受信チャネルＣｅと受信チャネルＣｇとの位相差（以下、第６の位相差と称する）のどの値に対しても、一つの水平方位角が定まるように、アンテナ素子１２０ｅ～１２０ｇの水平方向における中心間隔が決定される。なお、上記の受信チャネルＣｅ～Ｃｇは、アンテナ素子１２０ｅ～１２０ｇからそれぞれ出力される受信信号のことである。

[0064] 次に、本実施形態において図７のステップＳ１３０で制御部１０６が実施する信号処理の詳細について説明する。図１０は、本発明の第２の実施形態に係る信号処理のフローを示す図である。本実施形態において制御部１０６は、図１０のフローチャートに従って、ステップＳ１３０の信号処理を実行する。

[0065] ステップＳ３１０において、制御部１０６は、受信アンテナ１０２から出力された３チャネル分の受信信号、すなわち受信チャネルＣｅ～Ｃｇの受信

データを取得する。ここでは、受信部１０４から出力される受信チャネルＣｅ～Ｃｇの各ビート信号のデジタルデータを、受信チャネルＣｅ～Ｃｇに対応する３チャネル分の受信データとして取得する。

[0066] ステップＳ３２０において、制御部１０６は、ステップＳ３１０で取得した３チャネル分の受信データを用いて、第１の実施形態で説明した図８のステップＳ２２０と同様の処理を行う。これにより、車両周囲の物体を検知し、その物体の相対的な距離、速度を物体情報として算出する。

[0067] ステップＳ３３０において、制御部１０６は、ステップＳ３１０で取得した３チャネル分の受信データを用いて、受信信号における水平方向の位相差を検出する。ここでは、アンテナ素子１２０ｅ、１２０ｆ、１２０ｇからそれぞれ出力された受信信号である受信チャネルＣｅ、Ｃｆ、Ｃｇの受信データを用いて、これらの受信信号間の位相差を検出する。具体的には、図９に例示したアンテナ素子１２０ｅ、１２０ｆの水平方向における中心間隔と、受信チャネルＣｅ、Ｃｆの受信データとに基づき、位相モノパルス方式により第５の位相差を算出する。同様に、図９に例示したアンテナ素子１２０ｅ、１２０ｇの水平方向における中心間隔と、受信チャネルＣｅ、Ｃｇの受信データとに基づき、位相モノパルス方式により第６の位相差を算出する。

[0068] ステップＳ３４０において、制御部１０６は、ステップＳ２３０で検出された位相差を用いた角度マッチング処理を行う。なお、本実施形態のステップＳ３４０では、第１の実施形態における図８のステップＳ２５０とは異なり、水平方向に対する角度マッチング処理のみを行う。具体的には、ステップＳ３３０で算出した第５の位相差および第６の位相差の組合せと、既知であるこれらの関係とに基づき、物体の水平方向の角度を決定する。これにより、物体の相対的な角度を物体情報として算出する。

[0069] ステップＳ３５０において、制御部１０６は、ステップＳ３２０、Ｓ３４０でそれぞれ算出した物体情報の履歴から、物体のトラッキング処理を行う。ステップＳ３５０を実行したら、制御部１０６は図１０に示す信号処理を終了する。

[0070] 以上説明した本発明の第２の実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

[0071] （１）レーダ装置１００は、電磁波を送信する送信アンテナ１０１と、電磁波を反射する物体から反射波を受信する受信アンテナ１０２と、制御部１０６とを備える。受信アンテナ１０２は、水平方向に沿って配置されたアンテナ素子１２０ｅおよび１２０ｆと、アンテナ素子１２０ｅおよび１２０ｆから水平方向に対して斜めに配置されたアンテナ素子１２０ｇとを含む。アンテナ素子１２０ｅおよび１２０ｆの水平方向における中心間隔と、アンテナ素子１２０ｅおよび１２０ｆの各々とアンテナ素子１２０ｇとの水平方向における中心間隔とは、互いに異なっている。制御部１０６は、アンテナ素子１２０ｅおよび１２０ｆによる受信信号と、アンテナ素子１２０ｇによる受信信号とを用いて、物体の水平方向における角度を算出する信号処理を行う（ステップＳ３３０、Ｓ３４０）。このようにしたので、受信アンテナ１０２全体の占有面積を抑えつつ、水平方向について、角度折り返しによる誤検知を防ぐことができる。

[0072] （２）アンテナ素子１２０ｅおよび１２０ｆの配置方向を水平方向とした。このようにしたので、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のに適した物体情報の算出が可能となる。

[0073] （３）受信アンテナ１０２におけるアンテナ素子１２０ｅ～１２０ｇの各々は、第１の実施形態におけるアンテナ素子１２０ａ～１２０ｄと同様に、ホーン部２００と、ホーン部２００の一方の開口端である放射側開口端２１０に配置されて物体からの反射波を集約する誘電体レンズ４００と、ホーン部２００の他方の開口端である放射源側開口端２２０に配置されて誘電体レンズ４００により集約された反射波を電気信号に変換する放射部３１０とを有する。このようにしたので、レーダ装置１００での使用に適した小型で高利得の受信アンテナ１０２を構成することができる。

[0074] （第３の実施形態）

次に本発明の第３の実施形態について説明する。本実施形態では、第２の

実施形態で説明した受信アンテナ構成を拡張して、水平方向の角度折り返し対策だけでなく、高い角度分解能を実現する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１００の構成、制御部１０６の機能構成、図７で説明した制御部１０６の全体処理フローなどは、第１および第２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、アンテナ構成の違いのみを説明する。

[0075] 図１１は、本発明の第３の実施形態に係る送信アンテナ１０１および受信アンテナ１０２におけるアンテナ素子の配置を示す図である。図１１では、アンテナ素子１００１～１０２０が配置された受信アンテナ１０２およびアンテナ素子１０２１～１０２３が配置された送信アンテナ１０１を送受信面（レーダ正面）側から見た様子を示している。なお、本実施形態のアンテナ素子１００１～１０２３も、第１の実施形態に係るアンテナ素子１２０ａ～１２０ｄと同様に、図２、３で説明したアンテナ素子１２０とそれぞれ同様の構造を有している。すなわち、アンテナ素子１００１～１０２３は、図２、３に示したホーン部２００、誘電体基板３００および誘電体レンズ４００によりそれぞれ構成される。

[0076] アンテナ素子１００１～１０１７は長距離用の受信アンテナ素子である。たとえば、アンテナ素子１００１～１０１７がそれぞれ有するホーン部２００のサイズが、第１の実施形態のアンテナ素子１２０ａ～１２０ｄおよび第２の実施形態のアンテナ素子１２０ｅ～１２０ｇと同様に、水平方向で１８ｍｍ、垂直方向で２２ｍｍであるとする。このとき、アンテナ素子１００３を除いたアンテナ素子１００１、１００２、１００４～１０１７の水平方向における中心間隔は１８ｍｍである。

[0077] 一方、アンテナ素子１００３は、隣接するアンテナ素子１００２との水平方向における中心間隔が、他のアンテナ素子とは異なる位置に配置されている。具体的には、たとえば図１１に示すように、アンテナ素子１００２とアンテナ素子１００３の水平方向における中心間隔は２４．４ｍｍである。

[0078] アンテナ素子１０１８～１０２０は中距離用の受信アンテナ素子である。

たとえば、アンテナ素子１０１８～１０２０がそれぞれ有するホーン部２００のサイズが、水平方向で９ｍｍ、垂直方向で３３ｍｍであるとする。すなわち、アンテナ素子１０１８～１０２０では、長距離用の受信アンテナ素子であるアンテナ素子１００１～１０１７と比較して、水平方向のホーン部２００のサイズを短くすることで、水平方向に対するアンテナビームの広角化を実現している。

[0079] 図１１に示すように、アンテナ素子１０１８、１０１９は、水平方向に隣接して配置される。そのため、アンテナ素子１０１８とアンテナ素子１０１９の水平方向における中心間隔は９ｍｍである。一方、アンテナ素子１０２０は、第２の実施形態で説明した図９のアンテナ素子１２０ｇと同様に、アンテナ素子１０１８、１０１９から斜めにずれた位置に配置されている。すなわち、アンテナ素子１０１８および１０１９から見ると、これらの並び方向すなわち水平方向に対して、アンテナ素子１０２０は斜めに配置されている。これにより、アンテナ素子１０１８、１０１９の水平方向における中心間隔と、これらとアンテナ素子１０２０との水平方向における中心間隔とは、互いに異なっている。具体的には、たとえば図１１に示すように、アンテナ素子１０１９とアンテナ素子１０２０の水平方向における中心間隔は３．８ｍｍである。このとき、アンテナ素子１０１８とアンテナ素子１０２０の水平方向における中心間隔は、９．０－３．８＝５．２ｍｍである。

[0080] アンテナ素子１０２１～１０２３は、車両前方の正面方向、左方向、右方向にそれぞれ電磁波を送信する送信アンテナ素子である。アンテナ素子１０２１～１０２３は、たとえば時分割により、それぞれの送信方向に対してミリ波を送信する。

[0081] 本実施形態において、制御部１０６は、アンテナ素子１００１、１００２および１００３の３チャネル分の受信信号を用いて、第２の実施形態で説明したのと同様の方法により、物体の水平方向の角度を検出することができる。具体的には、図１１に例示したアンテナ素子１００１、１００２の水平方向における中心間隔と、これらの受信信号とに基づき、位相モノパルス方式

により受信信号の位相差を算出する。同様に、図１１に例示したアンテナ素子１００２、１００３の水平方向における中心間隔と、これらの受信信号とに基づき、位相モノパルス方式により受信信号の位相差を算出する。そして、算出したこれらの位相差の組み合わせに基づく角度マッチング処理により、物体の水平方向の角度を決定する。

[0082] また、本実施形態において、制御部１０６は、アンテナ素子１０１８、１０１９および１０２０の３チャネル分の受信信号を用いても、第２の実施形態で説明したのと同様の方法により、物体の水平方向の角度を検出することができる。具体的には、図１１に例示したアンテナ素子１０１８、１０１９の水平方向における中心間隔と、これらの受信信号とに基づき、位相モノパルス方式により受信信号の位相差を算出する。同様に、図１１に例示したアンテナ素子１０１８、１０２０の水平方向における中心間隔と、これらの受信信号とに基づき、位相モノパルス方式により受信信号の位相差を算出する。そして、算出したこれらの位相差の組み合わせに基づく角度マッチング処理により、物体の水平方向の角度を決定する。

[0083] さらに、本実施形態において、制御部１０６は、アンテナ素子１００８～１０１７の受信信号を用いることで、ＭＵＳＩＣ（Multiple Signal Classification）法による複数物体の水平方向の角度検出を行うことができる。同様に、アンテナ素子１００１、１００２、１００４、１００５、１００６、１００７、１００８、１００９、１０１３、１０１４の受信信号を用いることで、ＭＵＳＩＣ法による複数物体の鉛直方向の角度検出を行うこともできる。

[0084] 以上説明した本発明の第３の実施形態によれば、第２の実施形態で説明したのと同様の作用効果を奏すると共に、長距離、広視野角、高角度分解能という３つの特長を兼ね備えたレーダ装置を実現できる。

[0085] なお、上記の各実施形態では、複数のホーンアンテナをアンテナ素子に用いて送信アンテナ１０１や受信アンテナ１０２が構成されている例を説明したが、本発明ではこれに限らない。たとえば、送信アンテナ１０１や受信ア

ンテナ１０２にアレーアンテナなどを用いてもよい。

[0086] また、第１の実施形態では、受信アンテナ１０２において、水平方向と垂直方向にそれぞれ２つのアンテナ素子が並べて配置され、これらの方向に対して斜めに１つのアンテナ素子が配置された例を説明したが、アンテナ素子の数はこれに限定されない。すなわち、水平方向や垂直方向に３つ以上のアンテナ素子を並べて配置してもよい。また、水平方向や垂直方向に対して斜めに２つ以上のアンテナ素子を配置してもよい。さらに、水平方向と垂直方向以外の方向にアンテナ素子を並べて配置してもよい。受信アンテナが、第一方向に沿って配置された複数の第一受信アンテナ素子からなる第一受信アンテナ素子群と、前記第一方向に対して垂直な第二方向に沿って配置された複数の第二受信アンテナ素子からなる第二受信アンテナ素子群と、前記第一受信アンテナ素子群に属する少なくとも二つの第一受信アンテナ素子から前記第一方向に対して斜めに配置されると共に、前記第二受信アンテナ素子群に属する少なくとも二つの第二受信アンテナ素子から前記第二方向に対して斜めに配置された第三受信アンテナ素子と、を含むものであり、かつ、前記少なくとも二つの第一受信アンテナ素子の前記第一方向における中心間隔と、前記少なくとも二つの第一受信アンテナ素子の各々と前記第三受信アンテナ素子との前記第一方向における中心間隔とが、互いに異なっており、かつ、前記少なくとも二つの第二受信アンテナ素子の前記第二方向における中心間隔と、前記少なくとも二つの第二受信アンテナ素子の各々と前記第三受信アンテナ素子との前記第二方向における中心間隔とが、互いに異なっているものであれば、本発明の適用が可能である。

[0087] さらに、第２および第３の実施形態では、受信アンテナ１０２において、水平方向に２つのアンテナ素子が並べて配置され、この方向に対して斜めに１つのアンテナ素子が配置された例を説明したが、アンテナ素子の数はこれに限定されない。すなわち、水平方向に３つ以上のアンテナ素子を並べて配置してもよい。また、水平方向に対して斜めに２つ以上のアンテナ素子を配置してもよい。さらに、水平方向以外の方向にアンテナ素子を並べて配置し

てもよい。受信アンテナが、第一方向に沿って配置された複数の第一受信アンテナ素子からなる第一受信アンテナ素子群と、前記第一受信アンテナ素子群に属する少なくとも二つの第一受信アンテナ素子から前記第一方向に対して斜めに配置された第二受信アンテナ素子と、を含むものであり、かつ、前記少なくとも二つの第一受信アンテナ素子の前記第一方向における中心間隔と、前記少なくとも二つの第一受信アンテナ素子の各々と前記第二受信アンテナ素子との前記第一方向における中心間隔とが、互いに異なっているものであれば、本発明の適用が可能である。

[0088] 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

[0089] １００：レーダ装置，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：制御部，１０７：通信Ｉ／Ｆ部，１０９：車両制御装置，１１０：ＦＦＴ処理部，１１２：物体情報算出部

請求の範囲

[請求項1] 電磁波を送信する送信アンテナと、

前記電磁波を反射する物体から反射波を受信する受信アンテナと、

制御部と、を備え、

前記受信アンテナは、

第一方向に沿って配置された複数の第一受信アンテナ素子からなる第一受信アンテナ素子群と、

前記第一受信アンテナ素子群に属する少なくとも二つの第一受信アンテナ素子から前記第一方向に対して斜めに配置された第二受信アンテナ素子と、を含み、

前記少なくとも二つの第一受信アンテナ素子の前記第一方向における中心間隔と、前記少なくとも二つの第一受信アンテナ素子の各々と前記第二受信アンテナ素子との前記第一方向における中心間隔とは、互いに異なっており、

前記制御部は、前記少なくとも二つの第一受信アンテナ素子による受信信号と、前記第二受信アンテナ素子による受信信号とを用いて、前記物体の前記第一方向における角度を算出する信号処理を行う、レーダ装置。

[請求項2] 電磁波を送信する送信アンテナと、

前記電磁波を反射する物体から反射波を受信する受信アンテナと、

制御部と、を備え、

前記受信アンテナは、

第一方向に沿って配置された複数の第一受信アンテナ素子からなる第一受信アンテナ素子群と、

前記第一方向に対して垂直な第二方向に沿って配置された複数の第二受信アンテナ素子からなる第二受信アンテナ素子群と、

前記第一受信アンテナ素子群に属する少なくとも二つの第一受信アンテナ素子から前記第一方向に対して斜めに配置されると共に、前

記第二受信アンテナ素子群に属する少なくとも二つの第二受信アンテナ素子から前記第二方向に対して斜めに配置された第三受信アンテナ素子と、を含み、

前記少なくとも二つの第一受信アンテナ素子の前記第一方向における中心間隔と、前記少なくとも二つの第一受信アンテナ素子の各々と前記第三受信アンテナ素子との前記第一方向における中心間隔とは、互いに異なっており、

前記少なくとも二つの第二受信アンテナ素子の前記第二方向における中心間隔と、前記少なくとも二つの第二受信アンテナ素子の各々と前記第三受信アンテナ素子との前記第二方向における中心間隔とは、互いに異なっており、

前記制御部は、

前記少なくとも二つの第一受信アンテナ素子による受信信号と、前記第三受信アンテナ素子による受信信号とを用いて、前記物体の前記第一方向における角度を算出する信号処理を行い、

前記少なくとも二つの第二受信アンテナ素子による受信信号と、前記第三受信アンテナ素子による受信信号とを用いて、前記物体の前記第二方向における角度を算出する信号処理を行う、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、

前記少なくとも二つの第一受信アンテナ素子のいずれか一つと、前記少なくとも二つの第二受信アンテナ素子のいずれか一つとは、互いに重複しているレーダ装置。

[請求項4] 請求項１から請求項３までのいずれか一項に記載のレーダ装置において、

前記第一方向は、水平方向または垂直方向であるレーダ装置。

[請求項5] 請求項１に記載のレーダ装置において、

前記第一受信アンテナ素子および前記第二受信アンテナ素子の各々は、ホーン部と、前記ホーン部の一方の開口端に配置されて前記反射

波を集約する誘電体レンズと、前記ホーン部の他方の開口端に配置されて前記誘電体レンズにより集約された前記反射波を電気信号に変換する放射部と、を有するレーダ装置。

[請求項6] 請求項２または請求項３に記載のレーダ装置において、

前記第一受信アンテナ素子、前記第二受信アンテナ素子および前記第三受信アンテナ素子の各々は、ホーン部と、前記ホーン部の一方の開口端に配置されて前記反射波を集約する誘電体レンズと、前記ホーン部の他方の開口端に配置されて前記誘電体レンズにより集約された前記反射波を電気信号に変換する放射部と、を有するレーダ装置。

[請求項7] レーダ装置において用いられるアンテナ装置であって、

第一方向に沿って配置された複数の第一アンテナ素子からなる第一アンテナ素子群と、

前記第一アンテナ素子群に属する少なくとも二つの第一アンテナ素子から前記第一方向に対して斜めに配置された第二アンテナ素子と、を有し、

前記少なくとも二つの第一アンテナ素子の前記第一方向における中心間隔と、前記少なくとも二つの第一アンテナ素子の各々と前記第二アンテナ素子との前記第一方向における中心間隔とは、互いに異なっている、アンテナ装置。

[請求項8] レーダ装置において用いられるアンテナ装置であって、

第一方向に沿って配置された複数の第一アンテナ素子からなる第一アンテナ素子群と、

前記第一方向に対して垂直な第二方向に沿って配置された複数の第二アンテナ素子からなる第二アンテナ素子群と、

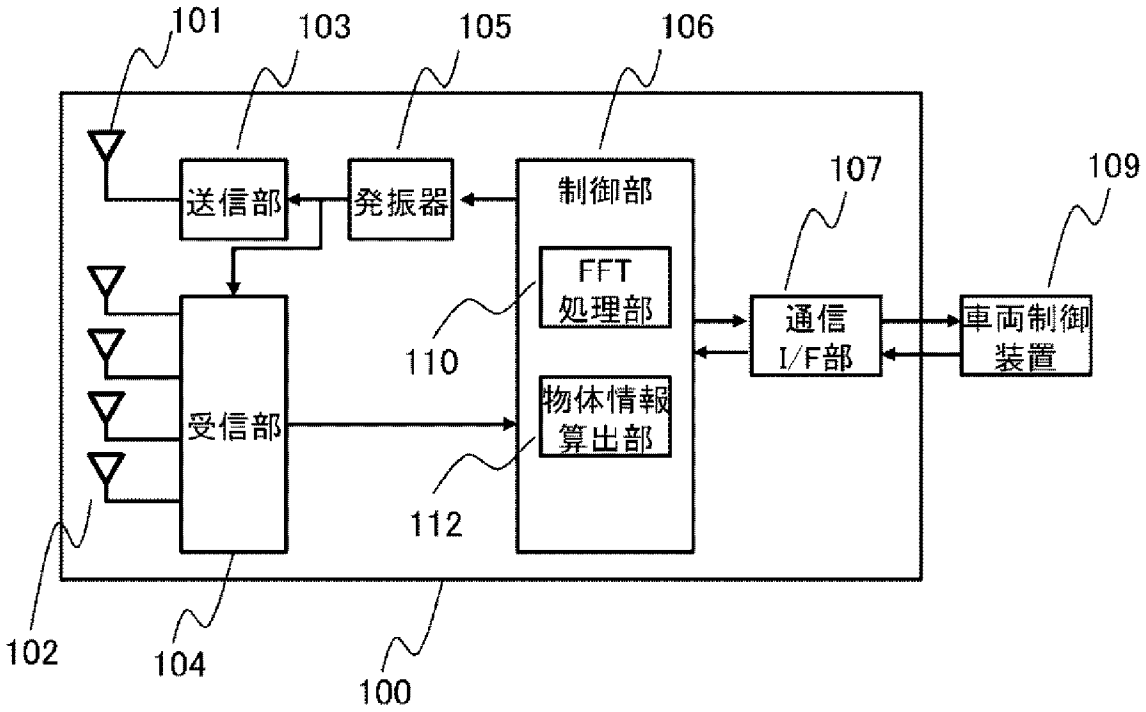
前記第一アンテナ素子群に属する少なくとも二つの第一アンテナ素子から前記第一方向に対して斜めに配置されると共に、前記第二アンテナ素子群に属する少なくとも二つの第二アンテナ素子から前記第二方向に対して斜めに配置された第三アンテナ素子と、を有し、

前記少なくとも二つの第一アンテナ素子の前記第一方向における中心間隔と、前記少なくとも二つの第一アンテナ素子の各々と前記第三アンテナ素子との前記第一方向における中心間隔とは、互いに異なっており、

前記少なくとも二つの第二アンテナ素子の前記第二方向における中心間隔と、前記少なくとも二つの第二アンテナ素子の各々と前記第三アンテナ素子との前記第二方向における中心間隔とは、互いに異なっている、アンテナ装置。

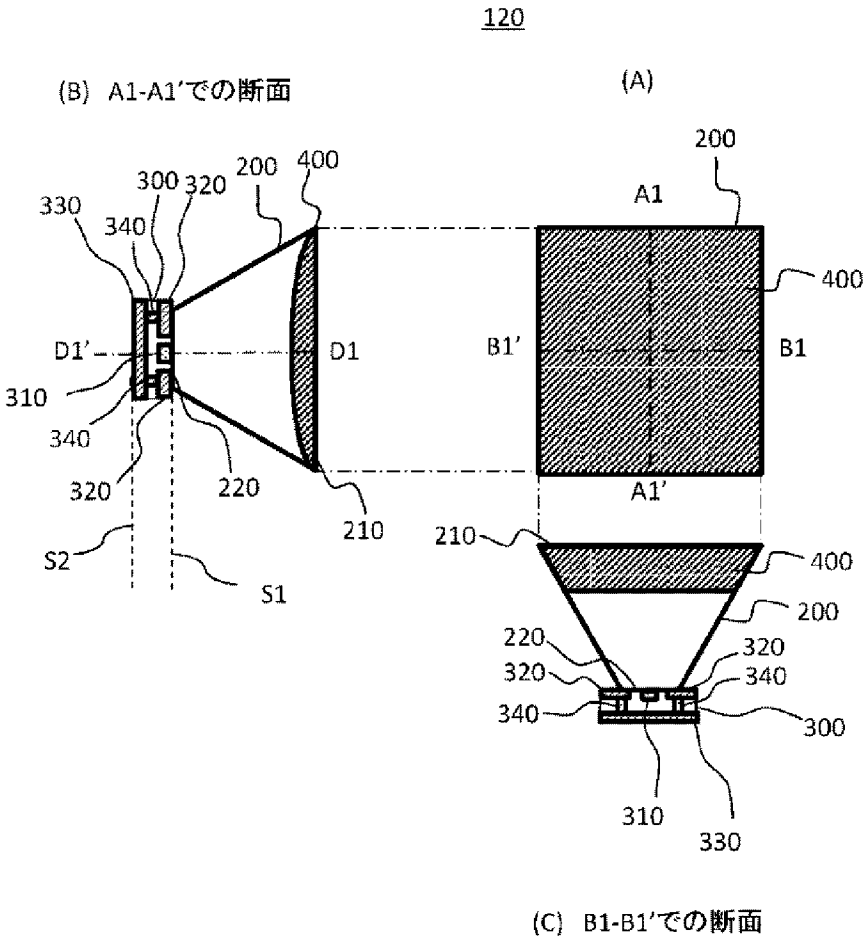
[図1]

図1


101
103
105
106
送信部
発振器
制御部
107
109
FFT
処理部
通信
I/F部
車両制御
装置
110
受信部
物体情報
算出部
112
102
104
100

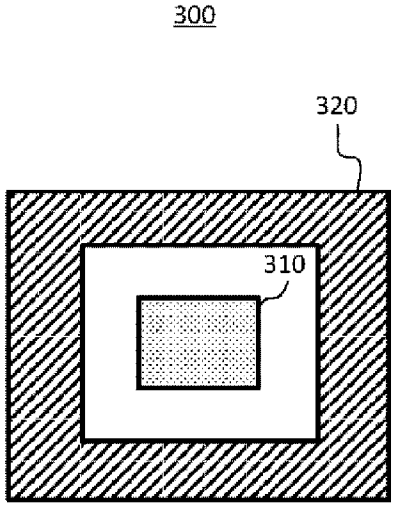
[図2]

図2


120
(B) A1-A1'での断面
(A)
200
A1
400
B1'
B1
A1'
D1'
D1
330
340
300
320
200
400
310
340
320
220
210
S2
S1
210
400
200
220
320
320
340
340
300
310
330
(C) B1-B1'での断面

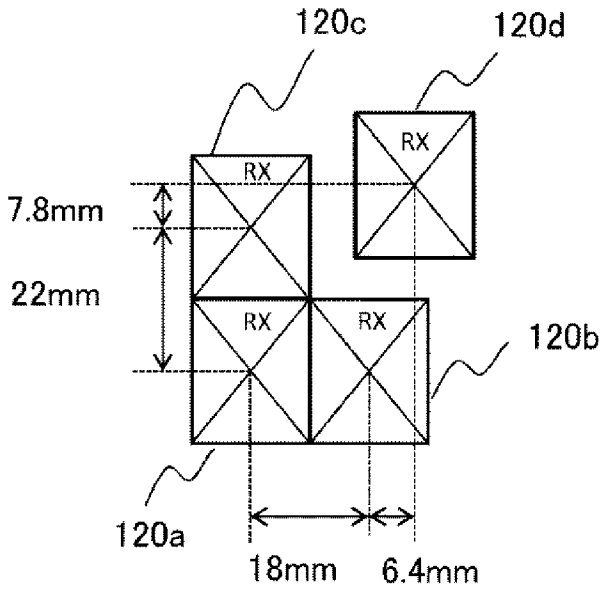
[図3]

図3



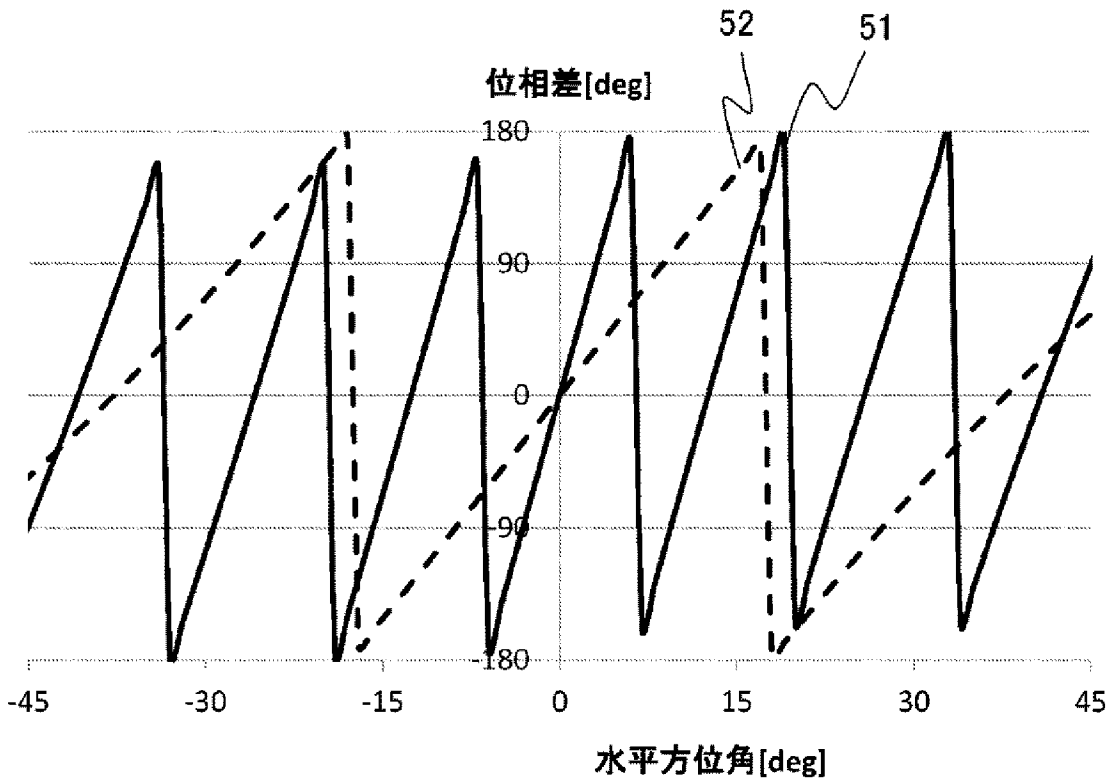
[図4]

図4



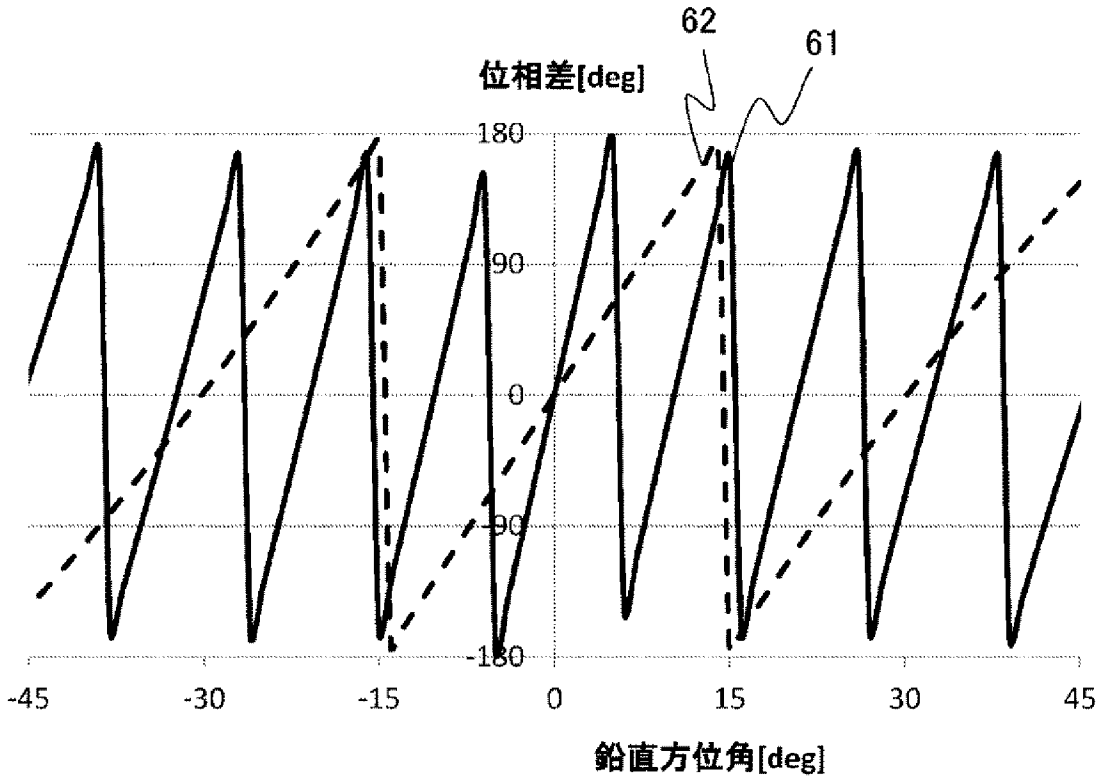
[図5]

図5



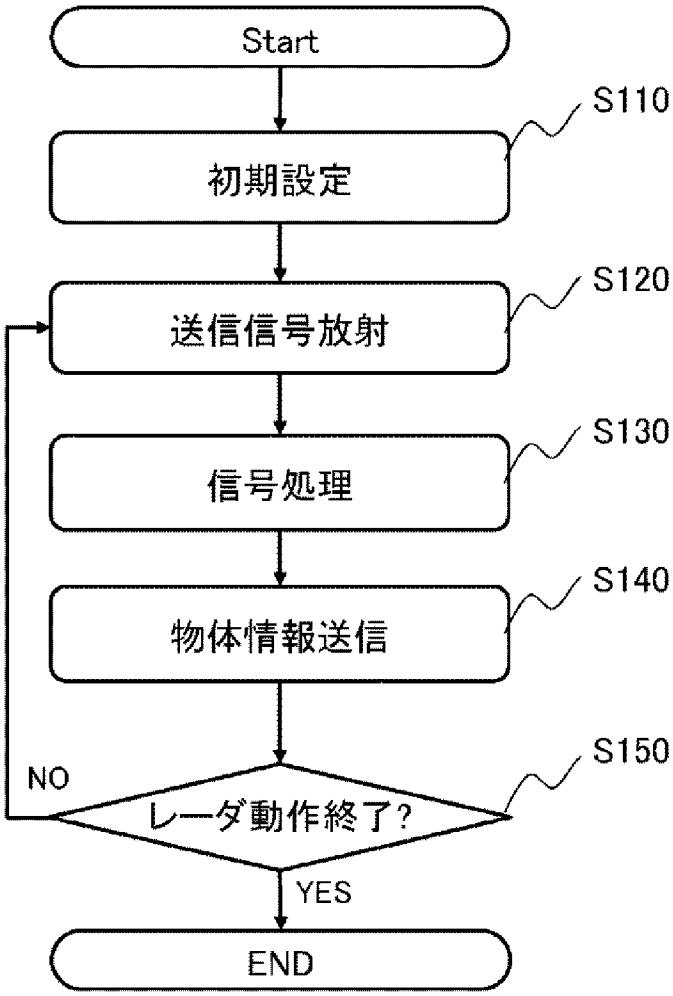
[図6]

図6



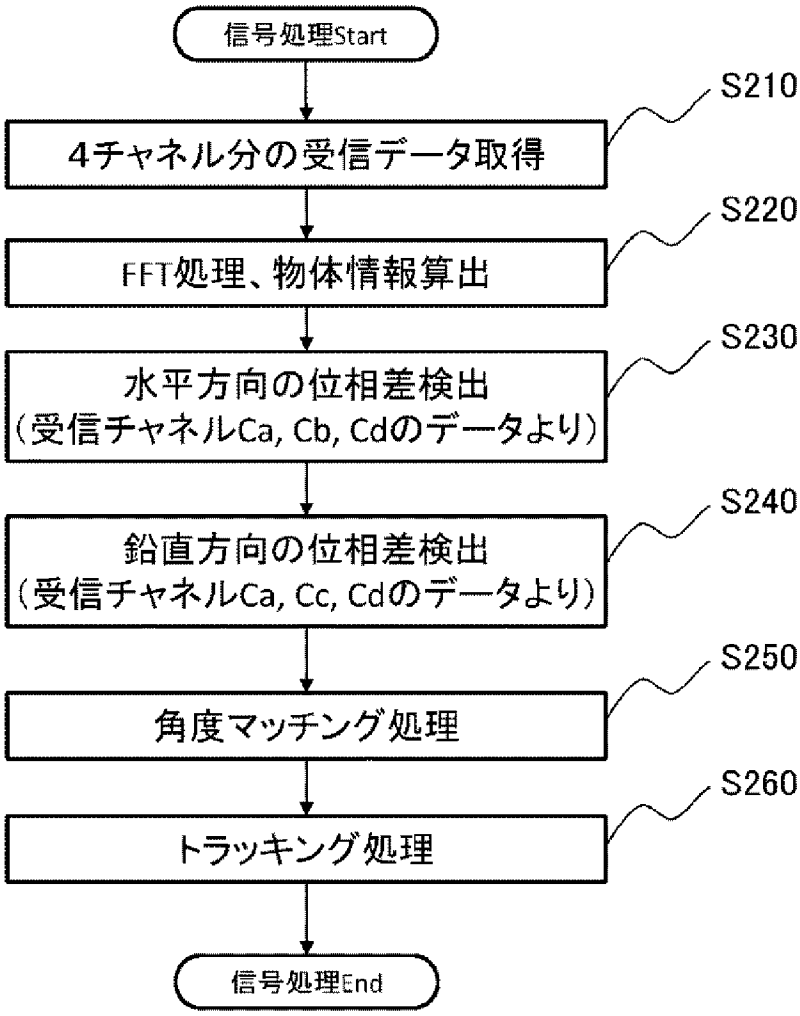
[図7]

図7


Start
S110
初期設定
S120
送信信号放射
S130
信号処理
S140
物体情報送信
S150
NO
レーダ動作終了?
YES
END

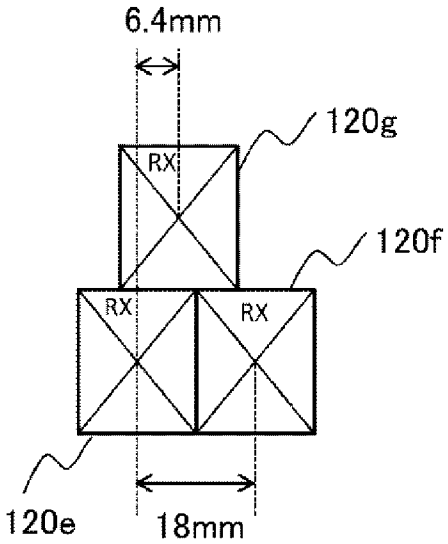
[図8]

図8


信号処理Start
S210
4チャネル分の受信データ取得
S220
FFT処理、物体情報算出
S230
水平方向の位相差検出
(受信チャネルCa, Cb, Cdのデータより)
S240
鉛直方向の位相差検出
(受信チャネルCa, Cc, Cdのデータより)
S250
角度マッチング処理
S260
トラッキング処理
信号処理End

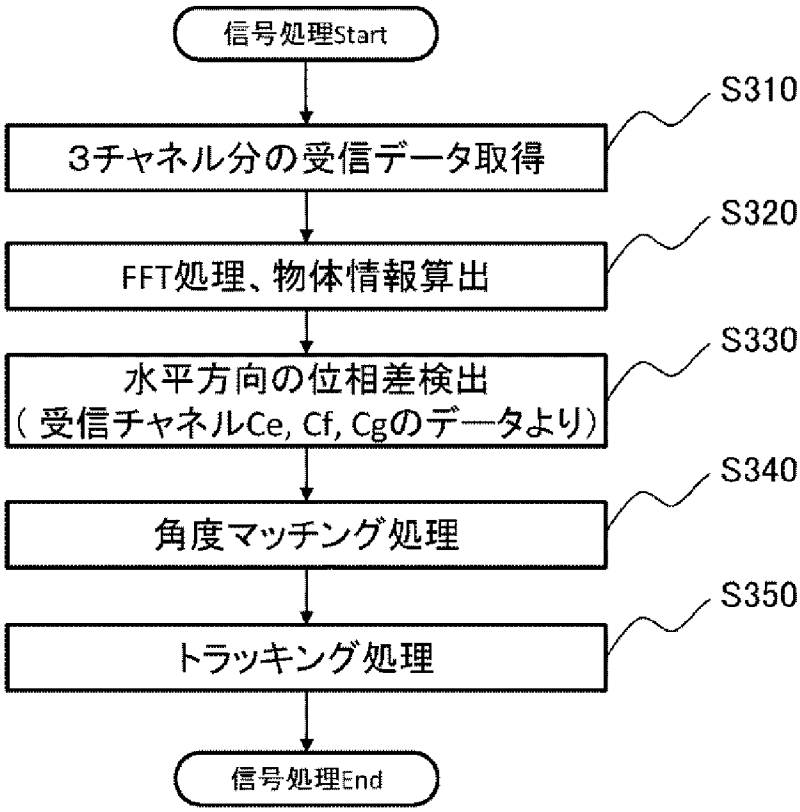
[図9]

図9



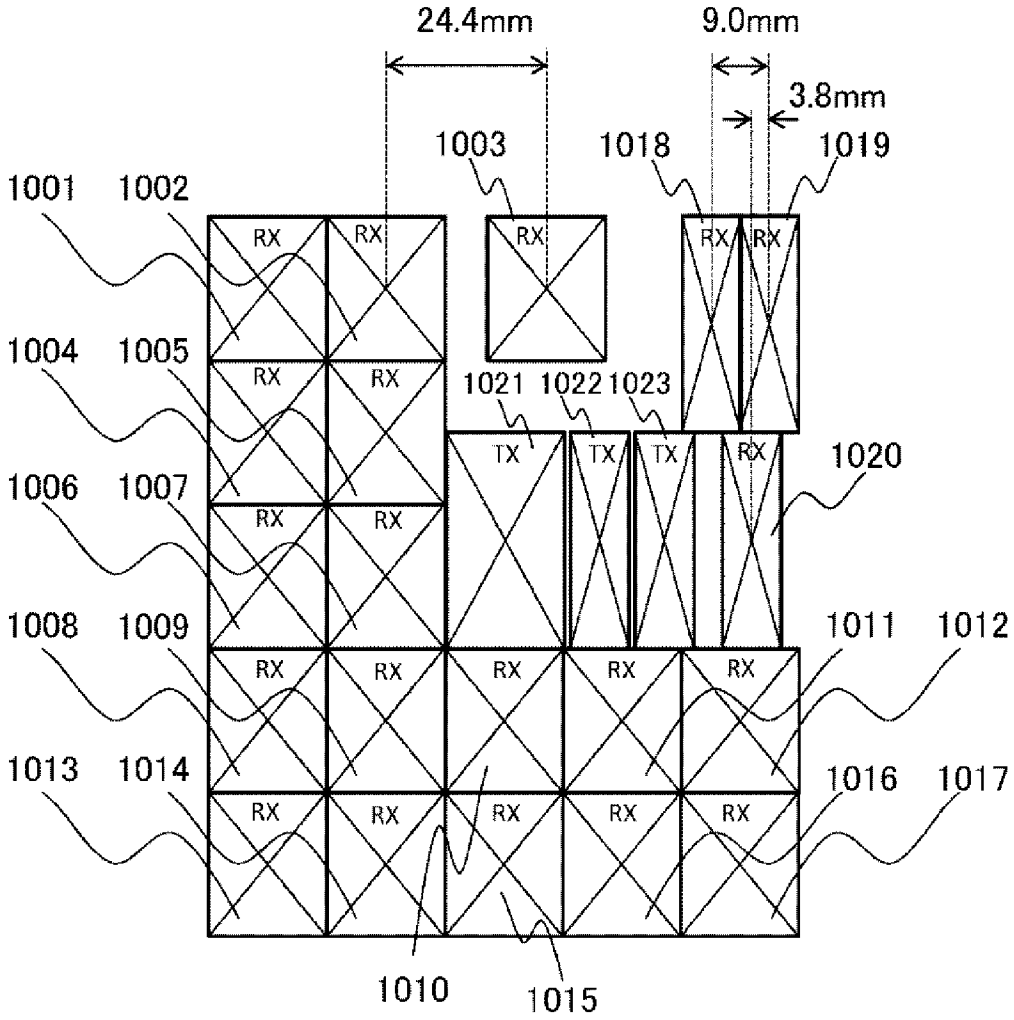
[図10]

図10


信号処理Start
S310
3チャネル分の受信データ取得
S320
FFT処理、物体情報算出
S330
水平方向の位相差検出
（受信チャネルCe, Cf, Cgのデータより）
S340
角度マッチング処理
S350
トラッキング処理
信号処理End

[図11]

図11


24.4mm
9.0mm
3.8mm
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
RX
TX

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/034135

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G01S7/02(2006.01)i, G01S7/03(2006.01)i, G01S13/44(2006.01)i, H01Q19/08(2006.01)i, H01Q21/06(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, H01Q3/00-H01Q3/46, H01Q21/00-H01Q25/04

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.
X Y	JP 2008-83030 A (NIPPON SOKEN, INC.) 10 April 2008, paragraphs [0001], [0060], [0113]-[0131], fig. 12-15 & US 2008/0048907 A1, paragraphs [0001], [0091], [0179]-[0207], fig. 13-16 & DE 102007040347 A1	1-4, 7-8 5-6
Y	JP 2010-534327 A (ROBERT BOSCH GMBH) 04 November 2010, paragraphs [0024]-[0033], fig. 1-2 & US 2010/0238068 A1, paragraphs [0023]-[0026], fig. 1-2 & WO 2009/013152 A1 & DE 102007034329 A1	5-6

☒ 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	Date of mailing of the international search report
20 December 2018 (20.12.2018)	08 January 2019 (08.01.2019)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/034135

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2011/092813 A1 (TOYOTA MOTOR CORP.) 04 August 2011, paragraphs [0043]-[0075], [0079]-[0091], fig. 1-6 & US 2012/0319888 A1, paragraphs [0052]-[0084], [0088]-[0100], fig. 1-6 & CN 1027 41703 A	1-8
A	JP 2017-5429 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 05 January 2017, paragraphs [0001], [0079]-[0084], fig. 12-13 & US 2018/0164430 A1, paragraphs [0001], [0107]-[0112], fig. 12-13 & WO 2016/199538 A1 & EP 3306748 A1 & CN 107534220 A	1-8
A	JP 2010-8319 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 14 January 2010, entire text, all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2014-219290 A (DENSO CORP.) 20 November 2014, entire text, all drawings & US 2016/0104946 A1 & WO 2014/181835 A1	1-8
A	WO 2011/092814 A1 (TOYOTA MOTOR CORP.) 04 August 2011 entire text, all drawings & US 2012/0313811 A1 & CN 102725653 A	1-8
A	US 2003/0151541 A1 (CAMBRIDGE CONSULTANTS LIMITED) 14 August 2003, entire text, all drawings & WO 2001/059473 A2 & EP 1345044 A1	1-8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０３４１３５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01S7/02(2006.01)i, G01S7/03(2006.01)i, G01S13/44(2006.01)i, H01Q19/08(2006.01)i, H01Q21/06(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, H01Q 3/00 - H01Q 3/46, H01Q 21/00 - H01Q 25/04

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
X Y	JP 2008-83030 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 2008.04.10 ＊ [0001], [0060], [0113]-[0131], 図 12-15 ＊ & US 2008/0048907 A1 ＊ [0001], [0091], [0179]-[0207], FIGs.13-16 ＊ & DE 102007040347 A1	1-4, 7-8 5-6
Y	JP 2010-534327 A (ローベルト　ボツシユ　ゲゼルシヤフト　ミツト　ベシユレンクテル　ハフツング) 2010.11.04 ＊ [0024]-[0033], 図 1-2 ＊ & US 2010/0238068 A1 ＊ [0023]-[0026], Figs.1-2 ＊ & WO 2009/013152 A1 & DE 102007034329 A1	5-6

☑　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	国際調査報告の発送日
２０．１２．２０１８	０８．０１．２０１９

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

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｓ　１１６６
髙場　正光
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２１６

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	WO 2011/092813 A1 (トヨタ自動車株式会社) 2011.08.04 ＊ [0043]-[0075], [0079]-[0091], 図 1-6 ＊ & US 2012/0319888 A1 ＊ [0052]-[0084], [0088]-[0100], Figs.1-6 ＊ & CN 102741703 A	1-8
A	JP 2017-5429 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2017.01.05 ＊ [0001], [0079]-[0084], 図 12-13 ＊ & US 2018/0164430 A1 ＊ [0001], [0107]-[0112], FIGs.12-13 ＊ & WO 2016/199538 A1 & EP 3306748 A1 & CN 107534220 A	1-8
A	JP 2010-8319 A (トヨタ自動車株式会社) 2010.01.14 ＊ 全文, 全図 ＊ (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2014-219290 A (株式会社デンソー) 2014.11.20 ＊ 全文, 全図 ＊ & US 2016/0104946 A1 & WO 2014/181835 A1	1-8
A	WO 2011/092814 A1 (トヨタ自動車株式会社) 2011.08.04 ＊ 全文, 全図 ＊ & US 2012/0313811 A1 & CN 102725653 A	1-8
A	US 2003/0151541 A1 (CAMBRIDGE CONSULTANTS LIMITED) 2003.08.14 ＊ 全文, 全図 ＊ & WO 2001/059473 A2 & EP 1345044 A1	1-8