(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
2021年6月17日(17.06.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/117559 A1

(51) 国際特許分類:
G01S 13/931 (2020.01) *G08G 1/16* (2006.01)
G01S 13/34 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/044745

(22) 国際出願日： 2020年12月1日(01.12.2020)

(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 2019-222346 2019年12月9日(09.12.2019) JP

(71) 出願人: 京セラ株式会社 (**KYOCERA CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地 Kyoto (JP).

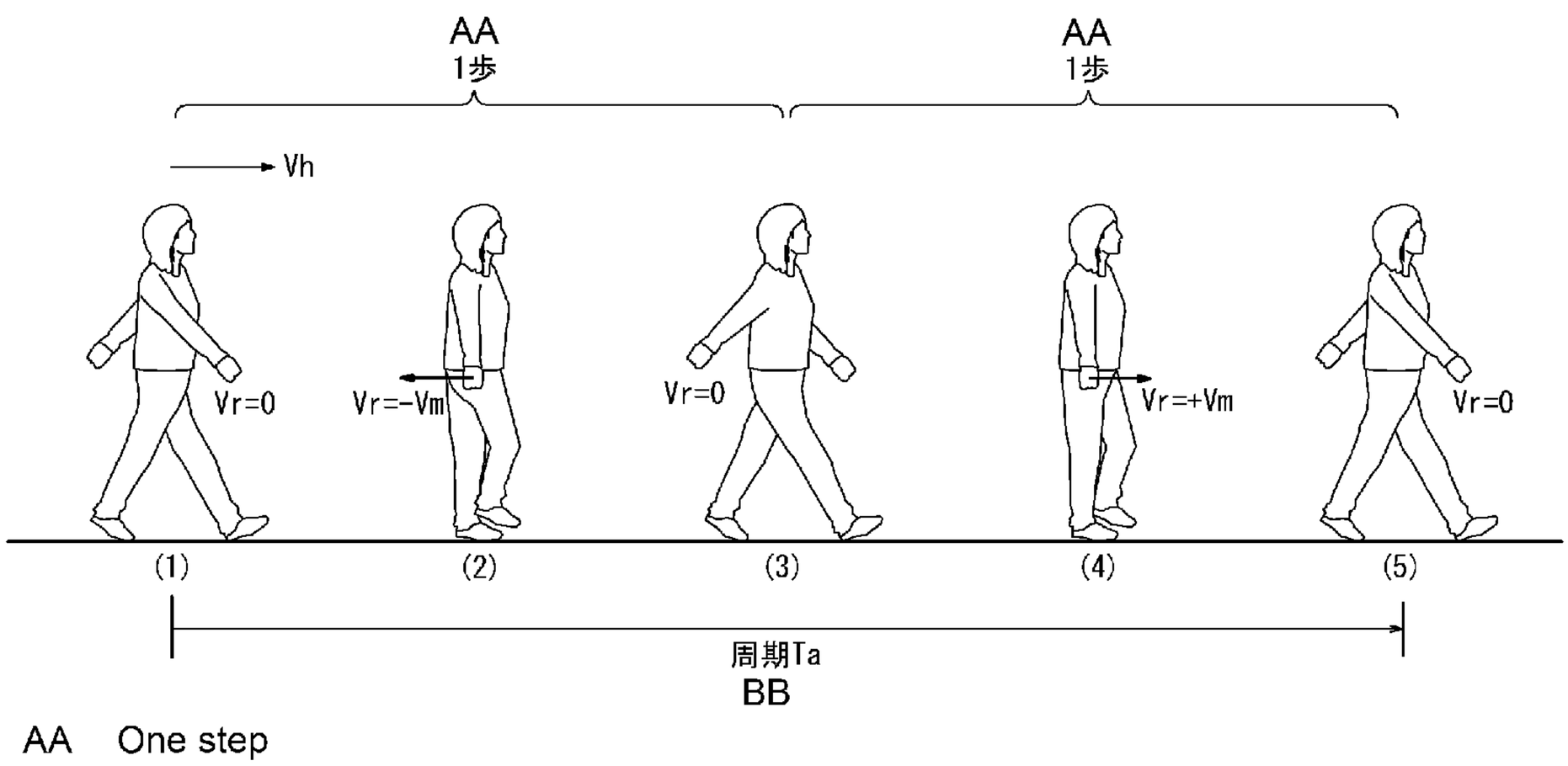
(72) 発明者: 本間 拓也(**HOMMA Takuya**); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 佐原 徹(**SAHARA Tooru**); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 佐東 将行(**SATO Masayuki**); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 錦戸 正光(**NISHIKIDO Masamitsu**); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 村上 洋平(**MURAKAMI Youhei**); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 川路 聡(**KAWAJI Satoshi**); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 杉村 憲司 (**SUGIMURA Kenji**); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目２番１号 霞が関コモンゲート西館３６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,

(54) **Title:** ELECTRONIC DEVICE, METHOD FOR CONTROLLING ELECTRONIC DEVICE, AND PROGRAM

(54) 発明の名称： 電子機器、電子機器の制御方法、及びプログラム



AA One step
BB Cycle Ta

(57) **Abstract:** This electronic device comprises: a transmission antenna for transmitting a transmission wave; a reception antenna for receiving a reflected wave resulting from the reflection of the transmission wave; and a control unit for detecting an object reflecting the transmission wave on the basis of a transmission signal transmitted as the transmission wave and a reception signal received as the reflected wave. The control unit performs control to detect, as a target, an object involving a movement characteristic of a human arm among objects around the electronic device.

WO 2021/117559 A1

［続葉有］

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, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約:電子機器は、送信波を送信する送信アンテナと、送信波が反射された反射波を受信する受信アンテナと、送信波として送信される送信信号及び反射波として受信される受信信号に基づいて、送信波を反射する物体を検出する制御部と、を備える。制御部は、電子機器の周囲の物体のうち人間の腕の動きに特徴的な動きを含む物体をターゲットとして検出するように制御する。

明　細　書

発明の名称 ： 電子機器、電子機器の制御方法、及びプログラム

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、２０１９年１２月９日に日本国に特許出願された特願２０１９－２２２３４６の優先権を主張するものであり、この先の出願の開示全体を、ここに参照のために取り込む。

技術分野

[0002] 本開示は、電子機器、電子機器の制御方法、及びプログラムに関する。

背景技術

[0003] 例えば自動車に関連する産業などの分野において、自車両と所定の物体との間の距離などを測定する技術が重要視されている。特に、近年、ミリ波のような電波を送信し、障害物などの物体に反射した反射波を受信することで、物体との間の距離などを測定するレーダ（RADAR（Radio Detecting and Ranging））の技術が、種々研究されている。このような距離などを測定する技術の重要性は、運転者の運転をアシストする技術、及び、運転の一部又は全部を自動化する自動運転に関連する技術の発展に伴い、今後ますます高まると予想される。

[0004] また、送信された電波が所定の物体に反射した反射波を受信することで、当該物体の存在などを検出する技術について、種々の提案がされている。例えば特許文献１は、物体の位置及び移動速度に基づいて、検知した物体が歩行者であるか否かを判定し得るレーダ装置を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１８－１１２４６７号公報

発明の概要

[0006] 一実施形態に係る電子機器は、送信波を送信する送信アンテナと、前記送信波が反射された反射波を受信する受信アンテナと、制御部と、を備える。

前記制御部は、前記送信波として送信される送信信号及び前記反射波として受信される受信信号に基づいて、前記送信波を反射する物体を検出する。

前記制御部は、前記電子機器の周囲の物体のうち人間の腕の動きに特徴的な動きを含む物体をターゲットとして検出するように制御する。

[0007] 一実施形態に係る電子機器の制御方法は、

送信アンテナから送信波を送信するステップと、

前記送信波が反射された反射波を受信アンテナから受信するステップと、

前記送信波として送信される送信信号及び前記反射波として受信される受信信号に基づいて、前記送信波を反射する物体を検出するステップと、

を含む。

前記検出するステップにおいて、前記電子機器の周囲の物体のうち人間の腕の動きに特徴的な動きを含む物体をターゲットとして検出する。

[0008] 一実施形態に係るプログラムは、電子機器に、

送信アンテナから送信波を送信するステップと、

前記送信波が反射された反射波を受信アンテナから受信するステップと、

前記送信波として送信される送信信号及び前記反射波として受信される受信信号に基づいて、前記送信波を反射する物体を検出するステップと、

を実行させる。

前記検出するステップにおいて、前記電子機器の周囲の物体のうち人間の腕の動きに特徴的な動きを含む物体をターゲットとして検出する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]一実施形態に係る電子機器の使用態様を説明する図である。

[図2]一実施形態に係る電子機器の構成を概略的に示す機能ブロック図である。

[図3]一実施形態に係る送信信号の構成を説明する図である。

[図4]一実施形態に係る電子機器の物体検出範囲を説明する図である。

[図5]一実施形態に係る電子機器における送信アンテナ及び受信アンテナの配置の例を示すである。

[図6]一実施形態に係る電子機器における送信アンテナ及び受信アンテナの配置の他の例を示す図である。

[図7]一実施形態に係る電子機器による物体検出の距離について説明する図である。

[図8]一実施形態においてレーダ種別を設定したフレームの例を説明する図である。

[図9]一実施形態においてフレームを構成する部分（サブフレーム）ごとにレーダ種別を設定する例を説明する図である。

[図10]一実施形態においてフレームを構成するチャープ信号ごとにレーダ種別を設定する例を説明する図である。

[図11]一実施形態に係る電子機器が歩行又は走行している人間を検出する原理を説明する図である。

[図12]一実施形態に係る電子機器が歩行又は走行している人間を検出する原理を説明する図である。

[図13]一実施形態に係る電子機器が歩行又は走行している人間を検出する原理を説明する図である。

[図14]一実施形態に係る電子機器の動作を説明するフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0010] 上述したレーダのように、送信された送信波が所定の物体に反射した反射波を受信することにより、当該物体を検出する技術において、歩行又は走行している人間をターゲットとして検出できれば有益である。すなわち、上述のような物体を検出する技術において、移動している無生物又は動物などではなく、歩行又は走行している人間を検出することができれば、有益である。本開示の目的は、歩行又は走行している人間をターゲットとして検出し得る電子機器、電子機器の制御方法、及びプログラムを提供することにある。一実施形態によれば、歩行又は走行している人間をターゲットとして検出し得る電子機器、電子機器の制御方法、及びプログラムを提供することができる。以下、一実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

[0011] 一実施形態に係る電子機器は、例えば自動車などのような乗り物（移動体）に搭載されることで、当該移動体の周囲に存在する所定の物体をターゲットとして検出することができる。このために、一実施形態に係る電子機器は、移動体に設置した送信アンテナから、移動体の周囲に送信波を送信することができる。また、一実施形態に係る電子機器は、移動体に設置した受信アンテナから、送信波が反射された反射波を受信することができる。送信アンテナ及び受信アンテナの少なくとも一方は、例えば移動体に設置されたレーダセンサ等に備えられてもよい。

[0012] 以下、典型的な例として、一実施形態に係る電子機器が、乗用車のような自動車に搭載される構成について説明する。しかしながら、一実施形態に係る電子機器が搭載されるのは、自動車に限定されない。一実施形態に係る電子機器は、自動運転自動車、バス、トラック、オートバイ、自転車、船舶、航空機、トラクターなどの農作業装置、除雪車、清掃車、パトカー、救急車、消防車、ヘリコプター、及びドローンなど、種々の移動体に搭載されてよい。また、一実施形態に係る電子機器が搭載されるのは、必ずしも自らの動力で移動する移動体にも限定されない。例えば、一実施形態に係る電子機器が搭載される移動体は、トラクターにけん引されるトレーラー部分などとしてもよい。一実施形態に係る電子機器は、センサ及び所定の物体の少なくとも一方が移動し得るような状況において、センサと物体との間の距離などを測定することができる。また、一実施形態に係る電子機器は、センサ及び物体の双方が静止していても、センサと物体との間の距離などを測定することができる。

[0013] まず、一実施形態に係る電子機器による物体の検出の例を説明する。

[0014] 図１は、一実施形態に係る電子機器の使用態様を説明する図である。図１は、一実施形態に係る送信アンテナ及び受信アンテナを備えるセンサを、移動体に設置した例を示している。

[0015] 図１に示す移動体１００には、一実施形態に係る送信アンテナ及び受信アンテナを備えるセンサ５が設置されている。また、図１に示す移動体１００

は、一実施形態に係る電子機器１を搭載（例えば内蔵）しているものとする。電子機器１の具体的な構成については後述する。センサ５は、例えば送信アンテナ及び受信アンテナの少なくとも一方を備えるものとしてよい。また、センサ５は、電子機器１に含まれる制御部１０（図２）の少なくとも一部など、他の機能部の少なくともいずれかを、適宜含んでもよい。図１に示す移動体１００は、乗用車のような自動車の車両としてよいが、任意のタイプの移動体としてよい。図１において、移動体１００は、例えば図に示すＹ軸正方向（進行方向）に移動（走行又は徐行）していてもよいし、他の方向に移動していてもよいし、また移動せずに静止していてもよい。

[0016] 図１に示すように、移動体１００には、送信アンテナを備えるセンサ５が設置されている。図１に示す例において、送信アンテナ及び受信アンテナを備えるセンサ５は、移動体１００の前方に１つだけ設置されている。ここで、センサ５が移動体１００に設置される位置は、図１に示す位置に限定されるものではなく、適宜、他の位置としてもよい。例えば、図１に示すようなセンサ５を、移動体１００の左側、右側、及び／又は、後方などに設置してもよい。また、このようなセンサ５の個数は、移動体１００における測定の範囲及び／又は精度など各種の条件（又は要求）に応じて、１つ以上の任意の数としてよい。センサ５は、移動体１００の内部に設置されているとしてもよい。移動体１００の内部とは、例えばバンパー内の空間、ボディ内の空間、ヘッドライト内の空間、又は運転スペースの空間などでよい。

[0017] センサ５は、送信アンテナから送信波として電磁波を送信する。例えば移動体１００の周囲に所定の物体（例えば図１に示す物体２００）が存在する場合、センサ５から送信された送信波の少なくとも一部は、当該物体によって反射されて反射波となる。そして、このような反射波を例えばセンサ５の受信アンテナによって受信することにより、移動体１００に搭載された電子機器１は、当該物体をターゲットとして検出することができる。

[0018] 送信アンテナを備えるセンサ５は、典型的には、電波を送受信するレーダ（RADAR（Radio Detecting and Ranging））センサとしてよい。しかしなが

ら、センサ５は、レーダセンサに限定されない。一実施形態に係るセンサ５は、例えば光波によるLIDAR（Light Detection and Ranging、Laser Imaging Detection and Ranging）の技術に基づくセンサとしてもよい。これらのようなセンサは、例えばパッチアンテナなどを含んで構成することができる。RADAR及びLIDARのような技術は既に知られているため、詳細な説明は、適宜、簡略化又は省略することがある。

[0019] 図１に示す移動体１００に搭載された電子機器１は、センサ５の送信アンテナから送信された送信波の反射波を受信アンテナから受信する。このようにして、電子機器１は、移動体１００から所定の距離内に存在する所定の物体２００をターゲットとして検出することができる。例えば、図１に示すように、電子機器１は、自車両である移動体１００と所定の物体２００との間の距離Ｌを測定することができる。また、電子機器１は、自車両である移動体１００と所定の物体２００との相対速度も測定することができる。さらに、電子機器１は、所定の物体２００からの反射波が、自車両である移動体１００に到来する方向（到来角θ）も測定することができる。

[0020] ここで、物体２００とは、例えば移動体１００に隣接する車線を走行する対向車、移動体１００に並走する自動車、及び移動体１００と同じ車線を走行する前後の自動車などの少なくともいずれかとしてよい。また、物体２００とは、オートバイ、自転車、ベビーカー、歩行者などの人間、動物、昆虫その他の生命体、ガードレール、中央分離帯、道路標識、歩道の段差、壁、マンホール、家、ビル、橋などの建造物、又は障害物など、移動体１００の周囲に存在する任意の物体としてよい。さらに、物体２００は、移動していてもよいし、停止していてもよい。例えば、物体２００は、移動体１００の周囲に駐車又は停車している自動車などとしてもよい。また、物体２００は、車道にあるものだけではなく、歩道、農場、農地、駐車場、空き地、道路上の空間、店舗内、横断歩道、水上、空中、側溝、川、他の移動体の中、建物、その他の構造物の内部若しくは外部など、適宜な場所にあるものとしてよい。本開示において、センサ５が検出する物体は、無生物の他に、人、犬

、猫、及び馬、その他の動物などの生物も含む。本開示のセンサ５が検出する物体は、レーダ技術により検知される、人、物、及び動物などを含む物標を含む。

[0021] 図１において、センサ５の大きさと、移動体１００の大きさとの比率は、必ずしも実際の比率を示すものではない。また、図１において、センサ５は、移動体１００の外部に設置した状態を示してある。しかしながら、一実施形態において、センサ５は、移動体１００の各種の位置に設置してよい。例えば、一実施形態において、センサ５は、移動体１００のバンパーの内部に設置して、移動体１００の外観に現れないようにしてもよい。また、センサ５が移動体１００に設置される位置は、移動体１００の外部及び内部のいずれでもよい。移動体１００の内部とは、例えば、移動体１００のボディの内側、バンパーの内側、ヘッドライトの内部、車内の空間内、又は、これらの任意の組み合わせでよい。

[0022] 以下、典型的な例として、センサ５の送信アンテナは、ミリ波（３０ＧＨｚ以上）又は準ミリ波（例えば２０ＧＨｚ～３０ＧＨｚ付近）などのような周波数帯の電波を送信するものとして説明する。例えば、センサ５の送信アンテナは、７７ＧＨｚ～８１ＧＨｚのように、４ＧＨｚの周波数帯域幅を有する電波を送信してもよい。

[0023] 図２は、一実施形態に係る電子機器１の構成例を概略的に示す機能ブロック図である。以下、一実施形態に係る電子機器１の構成の一例について説明する。

[0024] ミリ波方式のレーダによって距離などを測定する際、周波数変調連続波レーダ（以下、ＦＭＣＷレーダ（Frequency Modulated Continuous Wave radar）と記す）が用いられることが多い。ＦＭＣＷレーダは、送信する電波の周波数を掃引して送信信号が生成される。したがって、例えば７９ＧＨｚの周波数帯の電波を用いるミリ波方式のＦＭＣＷレーダにおいて、使用する電波の周波数は、例えば７７ＧＨｚ～８１ＧＨｚのように、４ＧＨｚの周波数帯域幅を持つものとなる。７９ＧＨｚの周波数帯のレーダは、例えば２４ＧＨ

ｚ、６０ＧＨｚ、７６ＧＨｚの周波数帯などの他のミリ波／準ミリ波レーダよりも、使用可能な周波数帯域幅が広いという特徴がある。以下、例として、このような実施形態について説明する。本開示で利用されるＦＭＣＷレーダレーダ方式は、通常より短い周期でチャープ信号を送信するＦＣＭ方式（Fast-Chirp Modulation）を含むとしてもよい。信号生成部２１が生成する信号はＦＭ－ＣＷ方式の信号に限定されない。信号生成部２１が生成する信号はＦＭ－ＣＷ方式以外の各種の方式の信号としてもよい。記憶部４０に記憶される送信信号列は、これら各種の方式によって異なるものとしてよい。例えば、上述のＦＭ－ＣＷ方式のレーダ信号の場合、時間サンプルごとに周波数が増加する信号及び減少する信号を使用してよい。上述の各種の方式は、公知の技術を適宜適用することができるため、より詳細な説明は省略する。

[0025] 図２に示すように、一実施形態に係る電子機器１は、センサ５とＥＣＵ（Electronic Control Unit）５０とから構成される。ＥＣＵ５０は、移動体１００の様々な動作を制御する。ＥＣＵ５０は、少なくとも１以上のＥＣＵにより構成されるものとしてよい。一実施形態に係る電子機器１は、制御部１０を備えている。また、一実施形態に係る電子機器１は、送信部２０、受信部３０Ａ～３０Ｄ、及び記憶部４０などの少なくともいずれかのような、他の機能部を適宜含んでもよい。図２に示すように、電子機器１は、受信部３０Ａ～３０Ｄのように、複数の受信部を備えてよい。以下、受信部３０Ａと、受信部３０Ｂと、受信部３０Ｃと、受信部３０Ｄとを区別しない場合、単に「受信部３０」と記す。

[0026] 制御部１０は、距離ＦＦＴ処理部１１、距離検出判定部１２、速度ＦＦＴ処理部１３、速度検出判定部１４、到来角推定部１５、及び物体検出部１６を備えてよい。制御部１０に含まれるこれらの機能部については、さらに後述する。

[0027] 送信部２０は、図２に示すように、信号生成部２１、シンセサイザ２２、位相制御部２３Ａ及び２３Ｂ、増幅器２４Ａ及び２４Ｂ、並びに、送信アンテナ２５Ａ及び２５Ｂを備えてよい。以下、位相制御部２３Ａと、位相制御

部２３Ｂとを区別しない場合、単に「位相制御部２３」と記す。また、以下、増幅器２４Ａと、増幅器２４Ｂとを区別しない場合、単に「増幅器２４」と記す。また、以下、送信アンテナ２５Ａと、送信アンテナ２５Ｂとを区別しない場合、単に「送信アンテナ２５」と記す。

[0028] 受信部３０は、図２に示すように、それぞれ対応する受信アンテナ３１Ａ～３１Ｄを備えてよい。以下、受信アンテナ３１Ａと、受信アンテナ３１Ｂと、受信アンテナ３１Ｃと、受信アンテナ３１Ｄとを区別しない場合、単に「受信アンテナ３１」と記す。また、複数の受信部３０は、それぞれ、図２に示すように、ＬＮＡ３２、ミキサ３３、ＩＦ部３４、及びＡＤ変換部３５を備えてよい。受信部３０Ａ～３０Ｄは、それぞれ同様の構成としてよい。図２においては、代表例として、受信部３０Ａのみの構成を概略的に示してある。

[0029] 上述のセンサ５は、例えば送信アンテナ２５及び受信アンテナ３１を備えるものとしてよい。また、センサ５は、制御部１０などの他の機能部の少なくともいずれかを適宜含んでもよい。

[0030] 一実施形態に係る電子機器１が備える制御部１０は、電子機器１を構成する各機能部の制御をはじめとして、電子機器１全体の動作の制御を行うことができる。制御部１０は、種々の機能を実行するための制御及び処理能力を提供するために、例えばＣＰＵ(Central Processing Unit)のような、少なくとも１つのプロセッサを含んでよい。制御部１０は、まとめて１つのプロセッサで実現してもよいし、いくつかのプロセッサで実現してもよいし、それぞれ個別のプロセッサで実現してもよい。プロセッサは、単一の集積回路として実現されてよい。集積回路は、ＩＣ（Integrated Circuit）ともいう。プロセッサは、複数の通信可能に接続された集積回路及びディスクリート回路として実現されてよい。プロセッサは、他の種々の既知の技術に基づいて実現されてよい。一実施形態において、制御部１０は、例えばＣＰＵ及び当該ＣＰＵで実行されるプログラムとして構成してよい。制御部１０は、制御部１０の動作に必要なメモリを適宜含んでもよい。

[0031] 記憶部４０は、制御部１０において実行されるプログラム、及び、制御部１０において実行された処理の結果などを記憶してよい。また、記憶部４０は、制御部１０のワークメモリとして機能してよい。記憶部４０は、例えば半導体メモリ又は磁気ディスク等により構成することができるが、これらに限定されず、任意の記憶装置とすることができる。また、例えば、記憶部４０は、本実施形態に係る電子機器１に挿入されたメモリカードのような記憶媒体としてもよい。また、記憶部４０は、上述のように、制御部１０として用いられるＣＰＵの内部メモリであってもよい。

[0032] 一実施形態において、記憶部４０は、送信アンテナ２５から送信する送信波Ｔ及び受信アンテナ３１から受信する反射波Ｒによって物体を検出する範囲を設定するための各種パラメータを記憶してよい。

[0033] 一実施形態に係る電子機器１において、制御部１０は、送信部２０及び受信部３０の少なくとも一方を制御することができる。この場合、制御部１０は、記憶部４０に記憶された各種情報に基づいて、送信部２０及び受信部３０の少なくとも一方を制御してよい。また、一実施形態に係る電子機器１において、制御部１０は、信号生成部２１に信号の生成を指示したり、信号生成部２１が信号を生成するように制御したりしてもよい。

[0034] 信号生成部２１は、制御部１０の制御により、送信アンテナ２５から送信波Ｔとして送信される信号（送信信号）を生成する。信号生成部２１は、送信信号を生成する際に、例えば制御部１０による制御に基づいて、送信信号の周波数を割り当ててよい。具体的には、信号生成部２１は、例えば制御部１０によって設定されたパラメータにしたがって、送信信号の周波数を割り当ててよい。例えば、信号生成部２１は、制御部１０又は記憶部４０から周波数情報を受け取ることにより、例えば７７～８１ＧＨｚのような周波数帯域の所定の周波数の信号を生成する。信号生成部２１は、例えば電圧制御発振器（ＶＣＯ）のような機能部を含んで構成してよい。

[0035] 信号生成部２１は、当該機能を有するハードウェアとして構成してもよいし、例えばマイコンなどで構成してもよいし、例えばＣＰＵのようなプロセ

ッサ及び当該プロセッサで実行されるプログラムなどとして構成してもよい。以下説明する各機能部も、当該機能を有するハードウェアとして構成してもよいし、可能な場合には、例えばマイコンなどで構成してもよいし、例えばＣＰＵのようなプロセッサ及び当該プロセッサで実行されるプログラムなどとして構成してもよい。

[0036] 一実施形態に係る電子機器１において、信号生成部２１は、例えばチャープ信号のような送信信号（送信チャープ信号）を生成してよい。特に、信号生成部２１は、周波数が周期的に線形に変化する信号（線形チャープ信号）を生成してもよい。例えば、信号生成部２１は、周波数が時間の経過に伴って７７ＧＨｚから８１ＧＨｚまで周期的に線形に増大するチャープ信号としてもよい。また、例えば、信号生成部２１は、周波数が時間の経過に伴って７７ＧＨｚから８１ＧＨｚまで線形の増大（アップチャープ）及び減少（ダウンチャープ）を周期的に繰り返す信号を生成してもよい。信号生成部２１が生成する信号は、例えば制御部１０において予め設定されていてもよい。また、信号生成部２１が生成する信号は、例えば記憶部４０などに予め記憶されていてもよい。レーダのような技術分野で用いられるチャープ信号は既知であるため、より詳細な説明は、適宜、簡略化又は省略する。信号生成部２１によって生成された信号は、シンセサイザ２２に供給される。

[0037] 図３は、信号生成部２１が生成するチャープ信号の例を説明する図である。

[0038] 図３において、横軸は経過する時間を表し、縦軸は周波数を表す。図３に示す例において、信号生成部２１は、周波数が周期的に線形に変化する線形チャープ信号を生成する。図３においては、各チャープ信号を、ｃ１，ｃ２，…，ｃ８のように示してある。図３に示すように、それぞれのチャープ信号において、時間の経過に伴って周波数が線形に増大する。

[0039] 図３に示す例において、ｃ１，ｃ２，…，ｃ８のように８つのチャープ信号を含めて、１つのサブフレームとしている。すなわち、図３に示すサブフレーム１及びサブフレーム２などは、それぞれｃ１，ｃ２，…，ｃ８のよう

に８つのチャープ信号を含んで構成されている。また、図３に示す例において、サブフレーム１～サブフレーム１６のように１６のサブフレームを含めて、１つのフレームとしている。すなわち、図３に示すフレーム１及びフレーム２などは、それぞれ１６のサブフレームを含んで構成されている。また、図３に示すように、フレーム同士の間には、所定の長さのフレームインターバルを含めてもよい。図３に示す１つのフレームは、例えば３０ミリ秒から５０ミリ秒程度の長さとしてよい。

[0040] 図３において、フレーム２以降も同様の構成としてよい。また、図３において、フレーム３以降も同様の構成としてよい。一実施形態に係る電子機器１において、信号生成部２１は、任意の数のフレームとして送信信号を生成してよい。また、図３においては、一部のチャープ信号は省略して示している。このように、信号生成部２１が生成する送信信号の時間と周波数との関係は、例えば記憶部４０などに記憶しておいてよい。

[0041] このように、一実施形態に係る電子機器１は、複数のチャープ信号を含むサブフレームから構成される送信信号を送信してよい。また、一実施形態に係る電子機器１は、サブフレームを所定数含むフレームから構成される送信信号を送信してよい。

[0042] 以下、電子機器１は、図３に示すようなフレーム構造の送信信号を送信するものとして説明する。しかしながら、図３に示すようなフレーム構造は一例であり、例えば１つのサブフレームに含まれるチャープ信号は８つに限定されない。一実施形態において、信号生成部２１は、任意の数（例えば任意の複数）のチャープ信号を含むサブフレームを生成してよい。また、図３に示すようなサブフレーム構造も一例であり、例えば１つのフレームに含まれるサブフレームは１６に限定されない。一実施形態において、信号生成部２１は、任意の数（例えば任意の複数）のサブフレームを含むフレームを生成してよい。信号生成部２１は、異なる周波数の信号を生成してよい。信号生成部２１は、周波数ｆがそれぞれ異なる帯域幅の複数の離散的な信号を生成してもよい。

[0043] 図２に戻り、シンセサイザ２２は、信号生成部２１が生成した信号の周波数を、所定の周波数帯の周波数まで上昇させる。シンセサイザ２２は、送信アンテナ２５から送信する送信波Ｔの周波数として選択された周波数まで、信号生成部２１が生成した信号の周波数を上昇させてよい。送信アンテナ２５から送信する送信波Ｔの周波数として選択される周波数は、例えば制御部１０によって設定されてもよい。また、送信アンテナ２５から送信する送信波Ｔの周波数として選択される周波数は、例えば記憶部４０に記憶されていてもよい。シンセサイザ２２によって周波数が上昇された信号は、位相制御部２３及びミキサ３３に供給される。位相制御部２３が複数の場合、シンセサイザ２２によって周波数が上昇された信号は、複数の位相制御部２３のそれぞれに供給されてよい。また、受信部３０が複数の場合、シンセサイザ２２によって周波数が上昇された信号は、複数の受信部３０におけるそれぞれのミキサ３３に供給されてよい。

[0044] 位相制御部２３は、シンセサイザ２２から供給された送信信号の位相を制御する。具体的には、位相制御部２３は、例えば制御部１０による制御に基づいて、シンセサイザ２２から供給された信号の位相を適宜早めたり遅らせたりすることにより、送信信号の位相を調整してよい。この場合、位相制御部２３は、複数の送信アンテナ２５から送信されるそれぞれの送信波Ｔの経路差に基づいて、それぞれの送信信号の位相を調整してもよい。位相制御部２３がそれぞれの送信信号の位相を適宜調整することにより、複数の送信アンテナ２５から送信される送信波Ｔは、所定の方向において強め合ってビームを形成する（ビームフォーミング）。この場合、ビームフォーミングの方向と、複数の送信アンテナ２５がそれぞれ送信する送信信号の制御すべき位相量との相関関係は、例えば記憶部４０に記憶しておいてよい。位相制御部２３によって位相制御された送信信号は、増幅器２４に供給される。

[0045] 増幅器２４は、位相制御部２３から供給された送信信号のパワー（電力）を、例えば制御部１０による制御に基づいて増幅させる。センサ５が複数の送信アンテナ２５を備える場合、複数の増幅器２４は、複数の位相制御部２

３のうちそれぞれ対応するものから供給された送信信号のパワー（電力）を、例えば制御部１０による制御に基づいてそれぞれ増幅させてよい。送信信号のパワーを増幅させる技術自体は既に知られているため、より詳細な説明は省略する。増幅器２４は、送信アンテナ２５に接続される。

[0046] 送信アンテナ２５は、増幅器２４によって増幅された送信信号を、送信波Ｔとして出力（送信）する。すなわち、送信アンテナ２５は、送信波Ｔを送信してよい。センサ５が複数の送信アンテナ２５を備える場合、複数の送信アンテナ２５は、複数の増幅器２４のうちそれぞれ対応するものによって増幅された送信信号を、それぞれ送信波Ｔとして出力（送信）してよい。送信アンテナ２５は、既知のレーダ技術に用いられる送信アンテナと同様に構成することができるため、より詳細な説明は省略する。

[0047] このようにして、一実施形態に係る電子機器１は、送信アンテナ２５を備え、送信アンテナ２５から送信波Ｔとして送信信号（例えば送信チャープ信号）を送信することができる。ここで、電子機器１を構成する各機能部のうちの少なくとも１つは、１つの筐体に収められてもよい。また、この場合、当該１つの筐体は、容易に開けることができない構造としてもよい。例えば送信アンテナ２５、受信アンテナ３１、増幅器２４が１つの筐体に収められ、かつ、この筐体が容易に開けられない構造となっているとよい。さらに、ここで、センサ５が自動車のような移動体１００に設置される場合、送信アンテナ２５は、例えばレーダカバーのようなカバー部材を介して、移動体１００の外部に送信波Ｔを送信してもよい。この場合、レーダカバーは、例えば合成樹脂又はゴムのような、電磁波を通過させる物質で構成してよい。このレーダカバーは、例えばセンサ５のハウジングとしてもよい。レーダカバーのような部材で送信アンテナ２５を覆うことにより、送信アンテナ２５が外部との接触により破損したり不具合が発生したりするリスクを低減することができる。また、上記レーダカバー及びハウジングは、レドームとも呼ばれることがある。

[0048] 図２に示す電子機器１は、送信アンテナ２５を２つ備える例を示している

。しかしながら、一実施形態において、電子機器１は、任意の数の送信アンテナ２５を備えてもよい。一方、一実施形態において、電子機器１は、送信アンテナ２５から送信される送信波Ｔが所定方向にビームを形成するようにする場合、複数の送信アンテナ２５を備えてよい。一実施形態において、電子機器１は、任意の複数の送信アンテナ２５を備えてもよい。この場合、電子機器１は、複数の送信アンテナ２５に対応させて、位相制御部２３及び増幅器２４もそれぞれ複数備えてよい。そして、複数の位相制御部２３は、シンセサイザ２２から供給されて複数の送信アンテナ２５から送信される複数の送信波の位相を、それぞれ制御してよい。また、複数の増幅器２４は、複数の送信アンテナ２５から送信される複数の送信信号のパワーを、それぞれ増幅してよい。また、この場合、センサ５は、複数の送信アンテナを含んで構成してよい。このように、図２に示す電子機器１は、複数の送信アンテナ２５を備える場合、当該複数の送信アンテナ２５から送信波Ｔを送信するのに必要な機能部も、それぞれ複数含んで構成してよい。

[0049] 受信アンテナ３１は、反射波Ｒを受信する。反射波Ｒは、送信波Ｔが所定の物体２００に反射したものとしてよい。すなわち、受信アンテナ３１は、送信波Ｔが反射された反射波Ｒを受信してよい。受信アンテナ３１は、例えば受信アンテナ３１Ａ～受信アンテナ３１Ｄのように、複数のアンテナを含んで構成してよい。受信アンテナ３１は、既知のレーダ技術に用いられる受信アンテナと同様に構成することができるため、より詳細な説明は省略する。受信アンテナ３１は、ＬＮＡ３２に接続される。受信アンテナ３１によって受信された反射波Ｒに基づく受信信号は、ＬＮＡ３２に供給される。

[0050] 一実施形態に係る電子機器１は、複数の受信アンテナ３１から、例えばチャープ信号のような送信信号（送信チャープ信号）として送信された送信波Ｔが所定の物体２００によって反射された反射波Ｒを受信することができる。このように、送信波Ｔとして送信チャープ信号を送信する場合、受信した反射波Ｒに基づく受信信号は、受信チャープ信号と記す。すなわち、電子機器１は、受信アンテナ３１から反射波Ｒとして受信信号（例えば受信チャー

プ信号）を受信する。ここで、センサ５が自動車のような移動体１００に設置される場合、受信アンテナ３１は、例えばレーダカバーのようなカバー部材を介して、移動体１００の外部から反射波Ｒを受信してもよい。この場合、レーダカバーは、例えば合成樹脂又はゴムのような、電磁波を通過させる物質で構成してよい。このレーダカバーは、例えばセンサ５のハウジングとしてもよい。レーダカバーのような部材で受信アンテナ３１を覆うことにより、受信アンテナ３１が外部との接触により破損又は不具合が発生するリスクを低減することができる。また、上記レーダカバー及びハウジングは、レドームとも呼ばれることがある。

[0051] また、受信アンテナ３１が送信アンテナ２５の近くに設置される場合、これらをまとめて１つのセンサ５に含めて構成してもよい。すなわち、１つのセンサ５には、例えば少なくとも１つの送信アンテナ２５及び少なくとも１つの受信アンテナ３１を含めてもよい。例えば、１つのセンサ５は、複数の送信アンテナ２５及び複数の受信アンテナ３１を含んでもよい。このような場合、例えば１つのレーダカバーのようなカバー部材で、１つのレーダセンサを覆うようにしてもよい。

[0052] ＬＮＡ３２は、受信アンテナ３１によって受信された反射波Ｒに基づく受信信号を低ノイズで増幅する。ＬＮＡ３２は、低雑音増幅器（Low Noise Amplifier）としてよく、受信アンテナ３１から供給された受信信号を低雑音で増幅する。ＬＮＡ３２によって増幅された受信信号は、ミキサ３３に供給される。

[0053] ミキサ３３は、ＬＮＡ３２から供給されるＲＦ周波数の受信信号を、シンセサイザ２２から供給される送信信号に混合する（掛け合わせる）ことにより、ビート信号を生成する。ミキサ３３によって混合されたビート信号は、ＩＦ部３４に供給される。

[0054] ＩＦ部３４は、ミキサ３３から供給されるビート信号に周波数変換を行うことにより、ビート信号の周波数を中間周波数（ＩＦ（Intermediate Frequency）周波数）まで低下させる。ＩＦ部３４によって周波数を低下させたビー

ト信号は、ＡＤ変換部３５に供給される。

[0055] ＡＤ変換部３５は、ＩＦ部３４から供給されたアナログのビート信号をデジタル化する。ＡＤ変換部３５は、任意のアナログ－デジタル変換回路（Analog to Digital Converter（ＡＤＣ））で構成してよい。ＡＤ変換部３５によってデジタル化されたビート信号は、制御部１０の距離ＦＦＴ処理部１１に供給される。受信部３０が複数の場合、複数のＡＤ変換部３５によってデジタル化されたそれぞれのビート信号は、距離ＦＦＴ処理部１１に供給されてよい。

[0056] 距離ＦＦＴ処理部１１は、ＡＤ変換部３５から供給されたビート信号に基づいて、電子機器１を搭載した移動体１００と、物体２００との間の距離を推定する。距離ＦＦＴ処理部１１は、例えば高速フーリエ変換を行う処理部を含んでよい。この場合、距離ＦＦＴ処理部１１は、高速フーリエ変換（Fast Fourier Transform（ＦＦＴ））処理を行う任意の回路又はチップなどで構成してよい。距離ＦＦＴ処理部１１は、高速フーリエ変換以外のフーリエ変換を行うとしてもよい。

[0057] 距離ＦＦＴ処理部１１は、ＡＤ変換部３５によってデジタル化されたビート信号に対してＦＦＴ処理を行う（以下、適宜「距離ＦＦＴ処理」と記す）。例えば、距離ＦＦＴ処理部１１は、ＡＤ変換部３５から供給された複素信号にＦＦＴ処理を行ってよい。ＡＤ変換部３５によってデジタル化されたビート信号は、信号強度（電力）の時間変化として表すことができる。距離ＦＦＴ処理部１１は、このようなビート信号にＦＦＴ処理を行うことにより、各周波数に対応する信号強度（電力）として表すことができる。距離ＦＦＴ処理部１１は、距離ＦＦＴ処理によって得られた結果においてピークが所定の閾値以上である場合、そのピークに対応する距離に、所定の物体２００があると判断してもよい。例えば、一定誤警報確率（ＣＦＡＲ（Constant False Alarm Rate））による検出処理のように、外乱信号の平均電力又は振幅から閾値以上のピーク値が検出された場合、送信波を反射する物体（反射物体）が存在するものと判断する方法が知られている。

[0058] このように、一実施形態に係る電子機器１は、送信波Ｔとして送信される送信信号、及び、反射波Ｒとして受信される受信信号に基づいて、送信波Ｔを反射する物体２００をターゲットとして検出することができる。一実施形態において、上述のような動作は、電子機器１の制御部１０が行うものとしてよい。

[0059] 距離ＦＦＴ処理部１１は、１つのチャープ信号（例えば図３に示すｃ１）に基づいて、所定の物体との間の距離を推定することができる。すなわち、電子機器１は、距離ＦＦＴ処理を行うことにより、図１に示した距離Ｌを測定（推定）することができる。ビート信号にＦＦＴ処理を行うことにより、所定の物体との間の距離を測定（推定）する技術自体は公知のため、より詳細な説明は、適宜、簡略化又は省略する。距離ＦＦＴ処理部１１によって距離ＦＦＴ処理が行われた結果（例えば距離の情報）は、速度ＦＦＴ処理部１３に供給されてよい。また、距離ＦＦＴ処理部１１によって距離ＦＦＴ処理が行われた結果は、距離ＦＦＴ処理部１３及び／又は物体検出部１６などにも供給されてよい。

[0060] 距離検出判定部１２は、距離ＦＦＴ処理部１１によって距離ＦＦＴ処理が行われた結果に基づいて、距離についての判定処理を行う。例えば、具体的には、距離検出判定部１２は、距離ＦＦＴ処理部１１によって距離ＦＦＴ処理された結果におけるピークが所定の閾以上である場合に、当該距離に物体が存在すると判定してよい。このように、距離検出判定部１２は、所定の距離において、ターゲットを検出したか否かを判定する。

[0061] 速度ＦＦＴ処理部１３は、距離ＦＦＴ処理部１１によって距離ＦＦＴ処理が行われたビート信号に基づいて、電子機器１を搭載した移動体１００と、物体２００との相対速度を推定する。速度ＦＦＴ処理部１３は、例えば高速フーリエ変換を行う処理部を含んでよい。この場合、速度ＦＦＴ処理部１３は、高速フーリエ変換（Fast Fourier Transform（ＦＦＴ））処理を行う任意の回路又はチップなどで構成してよい。速度ＦＦＴ処理部１３は、高速フーリエ変換以外のフーリエ変換を行うとしてもよい。

[0062] 速度ＦＦＴ処理部１３は、距離ＦＦＴ処理部１１によって距離ＦＦＴ処理が行われたビート信号に対してさらにＦＦＴ処理を行う（以下、適宜「速度ＦＦＴ処理」と記す）。例えば、速度ＦＦＴ処理部１３は、距離ＦＦＴ処理部１１から供給された複素信号にＦＦＴ処理を行ってよい。速度ＦＦＴ処理部１３は、チャープ信号のサブフレーム（例えば図３に示すサブフレーム１）に基づいて、所定の物体との相対速度を推定することができる。上述のようにビート信号に距離ＦＦＴ処理を行うと、複数のベクトルを生成することができる。これら複数のベクトルに対して速度ＦＦＴ処理を行った結果におけるピークの位相を求めることにより、所定の物体との相対速度を推定することができる。すなわち、電子機器１は、速度ＦＦＴ処理を行うことにより、図１に示した移動体１００と所定の物体２００との相対速度を測定（推定）することができる。距離ＦＦＴ処理を行った結果に対して速度ＦＦＴ処理を行うことにより、所定の物体との相対速度を測定（推定）する技術自体は公知のため、より詳細な説明は、適宜、簡略化又は省略する。速度ＦＦＴ処理部１３によって速度ＦＦＴ処理が行われた結果（例えば速度の情報）は、速度検出判定部１４に供給されてよい。また、速度ＦＦＴ処理部１３によって速度ＦＦＴ処理が行われた結果は、到来角推定部１５及び／又は物体検出部１６などにも供給されてよい。

[0063] 速度検出判定部１４は、速度ＦＦＴ処理部１３によって速度ＦＦＴ処理が行われた結果に基づいて、速度についての判定処理を行う。例えば、具体的には、速度検出判定部１４は、速度ＦＦＴ処理部１３によって速度ＦＦＴ処理された結果におけるピークが所定の閾以上である場合に、当該速度に物体が存在すると判定してよい。このように、速度検出判定部１４は、所定の速度において、ターゲットを検出したか否かを判定する。

[0064] 到来角推定部１５は、速度ＦＦＴ処理部１３によって速度ＦＦＴ処理が行われた結果に基づいて、所定の物体２００から反射波Ｒが到来する方向を推定する。電子機器１は、複数の受信アンテナ３１から反射波Ｒを受信することで、反射波Ｒが到来する方向を推定することができる。例えば、複数の受

信アンテナ３１は、所定の間隔で配置されているものとする。この場合、送信アンテナ２５から送信された送信波Ｔが所定の物体２００に反射されて反射波Ｒとなり、所定の間隔で配置された複数の受信アンテナ３１はそれぞれ反射波Ｒを受信する。そして、到来角推定部１５は、複数の受信アンテナ３１がそれぞれ受信した反射波Ｒの位相、及びそれぞれの反射波Ｒの経路差に基づいて、反射波Ｒが受信アンテナ３１に到来する方向を推定することができる。すなわち、電子機器１は、速度ＦＦＴ処理が行われた結果に基づいて、図１に示した到来角θを測定（推定）することができる。

[0065] 速度ＦＦＴ処理が行われた結果に基づいて、反射波Ｒが到来する方向を推定する技術は各種提案されている。例えば、既知の到来方向推定のアルゴリズムとしては、ＭＵＳＩＣ（MUltiple SIgnal Classification）、及びＥＳＰＲＩＴ（Estimation of Signal Parameters via Rotational Invariance Technique）などが知られている。したがって、公知の技術についてのより詳細な説明は、適宜、簡略化又は省略する。到来角推定部１５によって推定された到来角θの情報（角度情報）は、物体検出部１６に供給されてよい。

[0066] 物体検出部１６は、距離ＦＦＴ処理部１１、速度ＦＦＴ処理部１３、及び到来角推定部１５の少なくともいずれかから供給される情報に基づいて、送信波Ｔが送信された範囲に存在する物体を検出する。物体検出部１６は、供給された距離の情報、速度の情報、及び角度情報に基づいて例えばクラスタリング処理を行うことにより、物体検出を行ってもよい。データをクラスタリングする際に用いるアルゴリズムとして、例えばＤＢＳＣＡＮ（Density-based spatial clustering of applications with noise）などが知られている。クラスタリング処理においては、例えば検出される物体を構成するポイントの平均電力を算出してもよい。物体検出部１６において検出された物体の距離の情報、速度の情報、角度情報、及び電力の情報は、例えばＥＣＵ５０などに供給されてもよい。この場合、移動体１００が自動車である場合、例えばＣＡＮ（Controller Area Network）のような通信インタフェースを用いて通信を行ってもよい。

[0067] 一実施形態に係る電子機器１が備えるＥＣＵ５０は、移動体１００を構成する各機能部の制御をはじめとして、移動体１００全体の動作の制御を行うことができる。ＥＣＵ５０は、種々の機能を実行するための制御及び処理能力を提供するために、例えばＣＰＵ（Central Processing Unit）のような、少なくとも１つのプロセッサを含んでよい。ＥＣＵ５０は、まとめて１つのプロセッサで実現してもよいし、いくつかのプロセッサで実現してもよいし、それぞれ個別のプロセッサで実現してもよい。プロセッサは、単一の集積回路として実現されてよい。集積回路は、ＩＣ（Integrated Circuit）ともいう。プロセッサは、複数の通信可能に接続された集積回路及びディスクリート回路として実現されてよい。プロセッサは、他の種々の既知の技術に基づいて実現されてよい。一実施形態において、ＥＣＵ５０は、例えばＣＰＵ及び当該ＣＰＵで実行されるプログラムとして構成してよい。ＥＣＵ５０は、ＥＣＵ５０の動作に必要なメモリを適宜含んでもよい。また、制御部１０の機能の少なくとも一部がＥＣＵ５０の機能とされてもよいし、ＥＣＵ５０の機能の少なくとも一部が制御部１０の機能とされてもよい。

[0068] 図２に示す電子機器１は、２つの送信アンテナ２５及び４つの受信アンテナ３１を備えている。しかしながら、一実施形態に係る電子機器１は、任意の数の送信アンテナ２５及び任意の数の受信アンテナ３１を備えてもよい。例えば、２つの送信アンテナ２５及び４つの受信アンテナ３１を備えることにより、電子機器１は、仮想的に８本のアンテナにより構成される仮想アンテナアレイを備えるものと考えることができる。このように、電子機器１は、例えば仮想８本のアンテナを用いることにより、図３に示す１６のサブフレームの反射波Ｒを受信してもよい。

[0069] 次に、一実施形態に係る電子機器１によるターゲット検出処理について説明する。

[0070] 近年、自動車のような車両などの周辺に存在する障害物などを検出可能なセンサには、例えば、ミリ波レーダ、ＬｉＤＡＲ（Light Detection and Ranging, Laser Imaging Detection and Ranging）、又は超音波センサなど、各

種のものが存在する。これらのセンサの中で、障害物を検出する精度及び信頼度、並びにコストなどの観点から、ミリ波方式のレーダが採用されることが多い。

[0071] ミリ波レーダを使用して車両周辺の障害物等を検出する技術として、例えば、死角検知（Blind Spot Detection：ＢＳＤ）、後退中又は出庫時の横方向検知（Cross traffic alert：ＣＴＡ）、フリースペース検知（Free space detection：ＦＳＤ）などがある。これらの検知においては、ミリ波レーダのアンテナの物理的な形状に依存する電波放射範囲を予め設定して、物体検出範囲を決定するのが一般的である。すなわち、各レーダのそれぞれにおいて、それぞれの用途又は機能などに応じて、ミリ波レーダのアンテナの物理的な形状は予め決まっており、物体検出範囲も予め規定されている仕様が一般的である。このため、複数の異なるレーダの機能を実現するためには、複数の異なるレーダセンサが必要になる。

[0072] しかしながら、用途又は機能に応じて複数のレーダセンサをそれぞれ用意するのでは、コストの観点から不利である。また、例えば、アンテナの物理的形状が予め決まっていて放射範囲も決まっていると、そのアンテナの用途及び機能を変更することは困難である。また、例えば、アンテナの物理的形状及び放射範囲が決まっていて、放射範囲内の対象物全てを検出する場合、処理する情報量が増大する。この場合、不必要な物体も対象物として誤検出してしまう可能性があるため、検出の信頼度が低下し得る。また、例えば、アンテナの物理的形状及び放射範囲が決まっていて、センサの取り付け数を増やすと、車両（主にハーネス）の重量が増大するため燃費が低下したり、消費電力が増大するため燃費が低下したりし得る。さらに、複数のレーダセンサを用いて検出を行うと、センサ同士の間で遅延が発生し得るため、このような検出に基づいて自動運転又は運転アシストなどを行うと、処理に時間がかかり得る。これは、レーダの更新レートよりＣＡＮの処理速度が遅く、さらにフィードバックにも時間を要するためである。また、物体検出範囲の異なる複数のセンサを用いて検出を行うと、制御が煩雑になり得る。

[0073] したがって、一実施形態に係る電子機器１は、１つのレーダセンサを複数の機能又は用途で使用可能にする。また、一実施形態に係る電子機器１は、１つのレーダセンサによって複数の機能又は用途をあたかも同時に実現するかのような動作を可能にする。

[0074] 図４は、一実施形態に係る電子機器１の動作の例を説明する図である。

[0075] 図４に示す移動体１００は、一実施形態に係る電子機器１を搭載しているものとする。また、図４に示すように、移動体１００には、後部左側に少なくとも１つのセンサ５が設置されているものとする。また、図４に示すように、センサ５は、移動体１００に搭載されたＥＣＵ５０に接続されている。図４に示す移動体１００には、後部左側以外にも、後部左側に設置されたセンサ５と同様に動作するセンサ５が設置されていてもよい。以下の説明においては、後部左側に設置された１つのセンサ５のみ説明し、他のセンサについては説明を省略する。また、以下の説明において、電子機器１を構成する各機能部の制御は、制御部１０、位相制御部２３、及びＥＣＵ５０の少なくともいずれかによって制御することができるものとする。

[0076] 図４に示すように、一実施形態に係る電子機器１は、複数の検出範囲のいずれかを選択して物体を検出することができる。また、一実施形態に係る電子機器１は、複数の検出範囲のいずれかに切り替えて物体を検出することができる。図４においては、一実施形態に係る電子機器１（特にセンサ５）が送信する送信信号及び電子機器１（特にセンサ５）が受信する受信信号によって物体を検出する範囲を表している。

[0077] 例えば、一実施形態に係る電子機器１は、例えば駐車支援（Parking assist）の用途又は機能で使用する場合、図４に示す（１）の範囲を物体検出範囲として、物体検出を行うことができる。図４に示す物体検出範囲（１）は、例えば駐車支援（Parking assist）のために専用に設計されたレーダの物体検出範囲と同一又は類似の範囲としてよい。また、例えば、一実施形態に係る電子機器１は、例えばフリースペース検知（ＦＳＤ）の用途又は機能で使用する場合、図４に示す（２）の範囲を物体検出範囲として、物体検出を行

うことができる。図４に示す物体検出範囲（２）は、例えばフリースペース検知（ＦＳＤ）のために専用に設計されたレーダの物体検出範囲と同一又は類似の範囲としてよい。

[0078] また、例えば、一実施形態に係る電子機器１は、例えば出庫時衝突検知（ＣＴＡ）の用途又は機能で使用する場合、図４に示す（３）の範囲を物体検出範囲として、物体検出を行うことができる。図４に示す物体検出範囲（３）は、例えば出庫時衝突検知（ＣＴＡ）のために専用に設計されたレーダの物体検出範囲と同一又は類似の範囲としてよい。また、例えば、一実施形態に係る電子機器１は、例えば死角検知（ＢＳＤ）の用途又は機能で使用する場合、図４に示す（４）の範囲を物体検出範囲として、物体検出を行うことができる。図４に示す物体検出範囲（４）は、例えば死角検知（ＢＳＤ）のために専用に設計されたレーダの物体検出範囲と同一又は類似の範囲としてよい。

[0079] さらに、一実施形態に係る電子機器１は、例えば図４に示す物体検出範囲（１）から（４）までのうち複数の範囲を、任意に切り替えて物体を検出することができる。この場合に切り替えられる複数の範囲は、上述したように、例えば移動体１００の運転者などの操作に基づいて決定されてもよいし、制御部１０又はＥＣＵ５０などの指示に基づいて決定されてもよい。

[0080] このように、一実施形態に係る電子機器１において、物体検出範囲（１）から（４）までうちいずれか複数の範囲によって物体検出を行う場合、制御部１０は、任意の情報に基づいて、いずれか複数の物体検出範囲を決定してよい。また、複数の物体検出範囲が決定されると、制御部１０は、決定された複数の物体検出範囲において送信信号の送信及び受信信号の受信を行うための各種のパラメータを設定してよい。制御部１０が設定する各種のパラメータは、例えば、記憶部４０に記憶しておいてよい。

[0081] このようなパラメータは、電子機器１による物体検出を行う前に、例えばテスト環境における実測等に基づいて定められてもよい。また、このようなパラメータが記憶部４０に記憶されていない場合、過去の測定データなどの

ような所定のデータに基づいて、制御部１０が適宜推定するパラメータとしてもよい。また、このようなパラメータが記憶部４０に記憶されていない場合、制御部１０は、例えば外部とネットワーク接続することにより、適当なパラメータを取得してもよい。

[0082] このように、一実施形態において、制御部１０は、送信波Ｔとして送信される送信信号及び反射波Ｒとして受信される受信信号に基づいて、送信波Ｔを反射する物体を検出する。また、一実施形態において、制御部１０は、送信信号及び受信信号による複数の物体検出範囲（例えば図４の物体検出範囲（１）から（４）まで）を可変にしてよい。

[0083] さらに、一実施形態において、制御部１０は、複数の物体検出範囲を切り替え可能にしてよい。例えば、制御部１０は、物体検出範囲（３）において物体検出を行っていたところ、物体検出を行う範囲を物体検出範囲（３）から物体検出範囲（２）に切り替えてもよい。また、一実施形態において、制御部１０は、物体を検出する用途及び機能（例えば駐車支援（ＰＡ）及び死角検知（ＢＳＤ）などのような）の少なくとも一方に応じて、複数の物体検出範囲を可変にしてもよい。また、一実施形態において、制御部１０は、後述のように、複数の物体検出範囲を微小時間の経過に伴って可変にしてよい。

[0084] また、一実施形態において、制御部１０は、物体の検出結果に基づいて、複数の物体検出範囲を決定してもよい。例えば、物体検出によってすでに所定の物体が検出されている場合、制御部１０は、その検出された物体の位置に応じて、複数の物体検出範囲を決定してもよい。また、一実施形態において、制御部１０は、複数の物体検出範囲のいずれかにおける送信信号及び受信信号のみを処理してもよい。

[0085] このように、一実施形態に係る電子機器１は、例えばミリ波レーダなどによる物体検出において、検出範囲の切り出し（設定及び／又は切り替え）を行うことができる。よって、一実施形態に係る電子機器１によれば、複数の物体検出範囲において物体を検出したい状況に柔軟に対応することができる

。また、一実施形態に係る電子機器１は、物体の検出範囲を予め広く設定しておいて、電子機器１によって検出される距離及び／又は角度などの情報に基づいて、検出の必要な範囲のみの情報を切り出すことができる。よって、一実施形態に係る電子機器１によれば、必要な検出範囲の情報を、処理負荷を増加させずに処理することができる。したがって、一実施形態に係る電子機器１によれば、物体検出の利便性を向上させることができる。

[0086] 一実施形態に係る電子機器１は、図４に示したように、送信信号及び受信信号による物体検出範囲を可変にするが、さらに当該物体検出範囲に送信波Ｔのビームを向けるようにしてもよい。これにより、所望の切り出し範囲における物体の検出を高精度で行うことができる。

[0087] 例えば、一実施形態に係る電子機器１は、上述のように、死角検知（ＢＳＤ）の用途又は機能として、図４に示す複数の検出範囲のうち物体検出範囲（４）を選択して物体検出を行うことができる。一実施形態に係る電子機器１は、さらに、物体検出範囲（４）の方向に向けて、複数の送信アンテナ２５から送信する送信波Ｔのビームを形成（ビームフォーミング）してよい。例えば遠方の物体検出を行う場合、その方向に複数の送信アンテナ２５から送信する送信波のビームによってビームフォーミングを行うことで、物体検出範囲を高精度にカバーすることができる。

[0088] 図５及び図６は、一実施形態に係る電子機器における送信アンテナ及び受信アンテナの配置の例を示す図である。

[0089] 一実施形態に係る電子機器１のセンサ５は、図５に示すように、例えば２つの送信アンテナ２５Ａ及び２５Ａ’を備えてよい。また、一実施形態に係る電子機器１のセンサ５は、図５に示すように、４つの受信アンテナ３１Ａ、３１Ｂ、３１Ｃ、及び３１Ｄを備えてよい。

[0090] ４つの受信アンテナ３１Ａ、３１Ｂ、３１Ｃ、及び３１Ｄは、それぞれ水平方向（Ｘ軸方向）に、送信波Ｔの波長をλとして、間隔λ／２だけ離間して配置されている。このように、複数の受信アンテナ３１を水平方向に並べて配置して、送信波Ｔを複数の受信アンテナ３１によって受信することで、

電子機器１は、反射波Ｒが到来する方向を推定することができる。ここで、送信波Ｔの波長λは、送信波Ｔの周波数帯域を例えば７７ＧＨｚから８１ＧＨｚまでとする場合、その中心周波数７９ＧＨｚの送信波Ｔの波長としてもよい。

[0091] また、２つの送信アンテナ２５Ａ及び２５Ａ’は、それぞれ垂直方向（Ｚ軸方向）に、送信波Ｔの波長をλとして、間隔λ／２だけ離間して配置されている。このように、複数の送信アンテナ２５を垂直方向に並べて配置して、送信波Ｔを複数の送信アンテナ２５によって送信することで、電子機器１は、送信波Ｔのビームの向きを、垂直方向に変化させることができる。

[0092] また、一実施形態に係る電子機器１のセンサ５は、図６に示すように、例えば４つの送信アンテナ２５Ａ、２５Ａ’、２５Ｂ、及び２５Ｂ’を備えてもよい。

[0093] ここで、２つの送信アンテナ２５Ａ及び２５Ｂは、図６に示すように、それぞれ水平方向（Ｘ軸方向）に、送信波Ｔの波長をλとして、間隔λ／２だけ離間して配置されている。また、２つの送信アンテナ２５Ａ’及び２５Ｂ’も、図６に示すように、それぞれ水平方向（Ｘ軸方向）に、送信波Ｔの波長をλとして、間隔λ／２だけ離間して配置されている。このように、複数の送信アンテナ２５を水平方向に並べて配置して、送信波Ｔを複数の送信アンテナ２５によって送信することで、電子機器１は、送信波Ｔのビームの向きを、水平方向にも変化させることができる。

[0094] 一方、図６に示すように、２つの送信アンテナ２５Ａ及び２５Ａ’は、それぞれ垂直方向（Ｚ軸方向）に、送信波Ｔの波長をλとして、間隔λ／２だけ離間して配置されている。また、図６に示すように、２つの送信アンテナ２５Ｂ及び２５Ｂ’も、それぞれ垂直方向（Ｚ軸方向）に、送信波Ｔの波長をλとして、間隔λ／２だけ離間して配置されている。このように、図６に示す配置においても、複数の送信アンテナ２５を垂直方向に並べて配置して、送信波Ｔを複数の送信アンテナ２５によって送信することで、電子機器１は、送信波Ｔのビームの向きを、垂直方向に変化させることができる。

[0095] 一実施形態に係る電子機器１において、複数の送信アンテナ２５から送信する送信波Ｔのビームフォーミングを行う場合、複数の送信波Ｔが送信される際の経路差に基づいて、それぞれの送信波Ｔの位相が所定の方向において揃うようにしてよい。一実施形態に係る電子機器１において、それぞれの送信波Ｔの位相が所定の方向において揃うようにするために、例えば位相制御部２３は、複数の送信アンテナ２５から送信される送信波の少なくとも１つの位相を制御してもよい。

[0096] 複数の送信波Ｔの位相が所定の方向において揃うようにするために制御する位相の量は、当該所定の方向に対応させて、記憶部４０に記憶しておいてよい。すなわち、ビームフォーミングを行う際のビームの向きと、位相の量との関係は、記憶部４０に記憶しておいてよい。

[0097] このような関係は、電子機器１による物体検出を行う前に、例えばテスト環境における実測等に基づいて定められてもよい。また、このような関係が記憶部４０に記憶されていない場合、過去の測定データなどのような所定のデータに基づいて、位相制御部２３が適宜推定する関係としてもよい。また、このような関係が記憶部４０に記憶されていない場合、位相制御部２３は、例えば外部とネットワーク接続することにより、適当な関係を取得してもよい。

[0098] 一実施形態に係る電子機器１において、複数の送信アンテナ２５から送信する送信波Ｔのビームフォーミングを行うための制御は、制御部１０及び位相制御部２３の少なくとも一方が行ってよい。また、一実施形態に係る電子機器１において、少なくとも位相制御部２３を含む機能部を、送信制御部とも記す。

[0099] このように、一実施形態に係る電子機器１において、送信アンテナ２５は、複数の送信アンテナを含んでもよい。また、一実施形態に係る電子機器１において、受信アンテナ３１も、複数の受信アンテナを含んでもよい。また、一実施形態に係る電子機器１において、送信制御部（例えば位相制御部２３）は、複数の送信アンテナ２５から送信される送信波Ｔが所定方向にビー

ムを形成（ビームフォーミング）するように制御してもよい。また、一実施形態に係る電子機器１において、送信制御部（例えば位相制御部２３）は、物体を検出する範囲の方向にビームを形成してもよい。

[0100] また、一実施形態に係る電子機器１において、上述のように、送信アンテナ２５は垂直方向成分を含んで配置された複数の送信アンテナ２５を含んでよい。この場合、一実施形態に係る電子機器１において、位相制御部２３（送信制御部）は、ビームの方向を、物体検出範囲の方向に、垂直方向成分を含んで変化させてもよい。

[0101] さらに、一実施形態に係る電子機器１において、上述のように、送信アンテナ２５は水平方向成分を含んで配置された複数の送信アンテナ２５を含んでもよい。この場合、一実施形態に係る電子機器１において、位相制御部２３（送信制御部）は、ビームの方向を、物体検出範囲の方向に、水平方向成分を含んで変化させてもよい。

[0102] また、一実施形態に係る電子機器１において、送信制御部（例えば位相制御部２３）は、物体を検出する範囲の少なくとも一部をカバーする方向にビームを形成してもよい。また、一実施形態に係る電子機器１において、送信制御部（例えば位相制御部２３）は、複数の送信アンテナ２５から送信されるそれぞれの送信波Ｔの位相が所定の方向において揃うように、複数の送信波の少なくとも１つの位相を制御してもよい。

[0103] 一実施形態に係る電子機器１によれば、複数の送信アンテナ２５から出力される広周波数の帯域信号（例えばＦＭＣＷ信号）の周波数情報に基づいて位相の補償値を算出し、複数の送信アンテナのそれぞれに周波数依存の位相補償を実施することができる。これにより、送信信号の取り得る全周波数帯域において、特定の方向に対してビームフォーミングを高精度に行うことができる。

[0104] このようなビームフォーミングによれば、物体の検出が必要な特定の方向において、物体を検出可能な距離を拡大することができる。また、上述のようなビームフォーミングによれば、不要な方向からの反射信号を低減するこ

とができる。このため、距離・角度を検出する精度を向上させることができる。

[0105] 図７は、一実施形態に係る電子機器１によって実現されるレーダの検出距離を説明する図である。

[0106] 一実施形態に係る電子機器１は、上述のように、物体検出範囲の切り出し及び／又は送信波のビームフォーミングを行うことができる。このような、物体検出範囲の切り出し及び送信波のビームフォーミングの少なくとも一方を採用することで、送信信号及び受信信号によって物体を検出可能な距離の範囲を規定することができる。

[0107] 図７に示すように、一実施形態に係る電子機器１は、例えばｒ１の範囲で物体検出を行うことができる。図７に示す範囲ｒ１は、例えば超短距離レーダ（Ultra short range radar：ＵＳＲＲ）によって物体検出を行うことができる範囲としてよい。また、図７に示すように、一実施形態に係る電子機器１は、例えばｒ２の範囲で物体検出を行うことができる。図７に示す範囲ｒ２は、例えば短距離レーダ（Short range radar：ＳＲＲ）によって物体検出を行うことができる範囲としてよい。さらに、図７に示すように、一実施形態に係る電子機器１は、例えばｒ３の範囲で物体検出を行うことができる。図７に示す範囲ｒ３は、例えば中距離レーダ（Mid range radar：ＭＲＲ）によって物体検出を行うことができる範囲としてよい。上述のように、一実施形態に係る電子機器１は、例えば範囲ｒ１、範囲ｒ２、及び範囲ｒ３のいずれかの範囲を適宜切り替えて物体検出を行うことができる。このように検出距離の異なるレーダは、検出距離が長くなればなるほど、距離の測定精度（測定の分解能）が低くなる傾向にある。

[0108] このように、一実施形態に係る電子機器１において、制御部１０は、送信信号及び受信信号によって物体を検出する距離の範囲を、複数の物体検出範囲のいずれかに応じて設定してもよい。

[0109] 次に、一実施形態に係る電子機器１における異なるレーダ種別について説明する。一実施形態に係る電子機器１は、例えば複数の種別のレーダとして

機能することができる。すなわち、一実施形態に係る電子機器１は、複数のレーダ種別において、それぞれ異なる送信波Ｔを送信することができる。

[0110] 図８から図１０は、一実施形態に係る電子機器１が、送信波Ｔのフレーム等ごとに、異なる種別のレーダの機能を設定した（割り当てた）様子を表す図である。

[0111] 図８は、図３と同様に、送信波Ｔのフレームを表す図である。図８に示す例においては、送信波Ｔのフレーム１及びフレーム２を示してあるが、これ以降のフレームも続くものとしてもよい。

[0112] 図３に示した各フレームは、一例として１６個のサブフレームを含むものとした。また、図３に示した各フレームに含まれるサブフレームのそれぞれは、一例として８つのチャープ信号を含むものとした。しかしながら、一実施形態に係る電子機器１において、フレーム及び／又はサブフレームの構成は、図３に示した例に限定されない。

[0113] 例えば、一実施形態に係る電子機器１は、図８に示す各フレームのように、それぞれ３個のサブフレームを含むフレームで構成される送信波Ｔを送信してもよい。また、この場合、これらの各サブフレームは、例えばそれぞれ８つのチャープ信号を含んでもよいし、任意の数のチャープ信号を含んでもよい。

[0114] 一実施形態に係る電子機器１は、例えば図８に示すように、送信波Ｔのサブフレームごとに異なるレーダ種別の機能を設定して（割り当てて）よい。例えば、一実施形態に係る電子機器１は、例えば送信波Ｔのサブフレームごとに、複数の物体検出範囲のいずれかを設定してよい。このように、一実施形態に係る電子機器１において、制御部１０は、複数の物体検出範囲のいずれかを、送信波Ｔのフレームごとに、又はフレームを構成する部分ごとに設定してもよい。例えば、一実施形態に係る電子機器１において、制御部１０は、複数の物体検出範囲のいずれかを、送信波Ｔのサブフレームごとに切り替えて、送信信号の送信及び受信信号の受信を行ってもよい。図８に示す例においては、送信波Ｔのサブフレーム１にはレーダ１の機能が設定され、送

信波Ｔのサブフレーム２にはレーダ２の機能が設定され、送信波Ｔのサブフレーム３にはレーダ３の機能が設定され、以降も同様の機能が繰り返し設定されてよい。一実施形態において、送信波Ｔの各フレーム（例えばフレーム１）は、例えば数１０マイクロ秒などのオーダとしてよい。このため、一実施形態に係る電子機器１は、非常に短い時間ごとに異なるレーダとして機能する。したがって、一実施形態に係る電子機器１は、１つのレーダセンサによって複数の種別（例えば機能又は用途）のレーダをあたかも同時に実現するかのように動作する。

[0115] 例えば、図８に示すサブフレームごとに、図７において説明した異なる種別のレーダの機能を設定して（割り当てて）よい。すなわち、例えば図８に示すサブフレーム１において設定されるレーダ１の機能は、図７に示したｒ１の範囲で物体検出を行うものとしてもよい。また、例えば図８に示すサブフレーム２において設定されるレーダ２の機能は、図７に示したｒ２の範囲で物体検出を行うものとしてもよい。また、例えば図８に示すサブフレーム３において設定されるレーダ３の機能は、図７に示したｒ３の範囲で物体検出を行うものとしてもよい。一実施形態において、異なる種別のレーダの機能に応じて、例えば設定される（割り当てられる）送信波Ｔの周波数の帯域幅が異なるようにしてもよい。

[0116] 図９は、図３と同様に、送信波Ｔのフレームに含まれるサブフレームを表す図である。図９に示す例においては、送信波Ｔのサブフレーム１からサブフレーム６までを示してあるが、これ以降のサブフレームも続くものとしてよい。また、図９に示すサブフレーム１からサブフレーム６までは、例えば、図３に示したフレーム１に含まれる１６個のサブフレームの一部をなすものとしてもよい。また、図９に示す各サブフレームのそれぞれは、図３に示した各サブフレームと同様に、それぞれ例えば８つのチャープ信号を含んでもよいし、任意の数のチャープ信号を含んでもよい。

[0117] 図８に示す例においては、送信波Ｔのサブフレームごとに、複数の異なるレーダ種別の機能を設定して（割り当てて）ある。これに対し、一実施形態

に係る電子機器１は、例えば送信波Ｔのフレームごとに、複数の異なるレーダ種別の機能を設定して（割り当てて）もよい。一実施形態において、送信波Ｔの各サブフレームは、例えば１フレームの時間よりも短いものとしてよい。このため、一実施形態に係る電子機器１は、送信波Ｔのサブフレームごとに異なるレーダ種別の機能を設定することにより、送信波Ｔのフレームごとに異なるレーダ種別の機能を設定する場合よりも短い時間ごとに、異なるレーダとして機能し得る。

[0118] 一実施形態に係る電子機器１は、例えば図９に示すように、送信波Ｔのサブフレームごとに、異なるレーダの機能を設定して（割り当てて）もよい。一実施形態に係る電子機器１は、例えば送信波Ｔのサブフレームごとに、複数の物体検出範囲のいずれかを設定してよい。図９に示す例においては、１つのフレームにおいて、サブフレームが３つよりも多く（例えば６つ以上）含めてある。このように、一実施形態に係る電子機器１において、各フレームに含まれるサブフレームの数を各種設定してよい。図９に示す例においては、送信波Ｔのサブフレーム１にはレーダ１の機能が設定され、送信波Ｔのサブフレーム２にはレーダ２の機能が設定され、送信波Ｔのサブフレーム３にはレーダ３の機能が設定されている。図９に示す例のように、送信波Ｔのサブフレーム４からサブフレーム６までにおいて、送信波Ｔのサブフレーム１からサブフレーム３まで機能が設定されてもよい。また、図９に示す例において、サブフレーム６より後も、適宜、送信波Ｔのサブフレーム１からサブフレーム３まで機能が繰り返し設定されてよい。

[0119] 例えば、図９に示すサブフレームごとに、図７において説明した異なる種別のレーダの機能を設定して（割り当てて）よい。すなわち、例えば図９に示すサブフレーム１及びサブフレーム４において設定されるレーダ１の機能は、図７に示したｒ１の範囲で物体検出を行うものとしてもよい。また、例えば図９に示すサブフレーム２及びサブフレーム５において設定されるレーダ２の機能は、図７に示したｒ２の範囲で物体検出を行うものとしてもよい。また、例えば図９に示すサブフレーム３及びサブフレーム６において設定

されるレーダ３の機能は、図７に示したｒ３の範囲で物体検出を行うものとしてもよい。一実施形態において、異なる種別のレーダの機能に応じて、例えば設定される（割り当てられる）送信波Ｔの周波数の帯域幅が異なるようにしてもよい。

[0120] 図１０は、図３と同様に、送信波Ｔのサブフレームに含まれるチャープ信号を表す図である。図１０に示す例においては、送信波Ｔのサブフレーム１からサブフレーム２の途中までを部分的に示してあるが、サブフレーム１の後のサブフレームも、サブフレーム１と同様に続くものとしてよい。また、図１０に示すサブフレーム１は、図３に示したサブフレーム１と同様に、８つのチャープ信号を含んでもよいし、任意の数のチャープ信号を含んでもよい。また、図１０に示す各チャープ信号のそれぞれは、図３に示した各サブフレームに含まれる８つのチャープ信号のそれぞれと同じものとしてもよいし、図３に示したチャープ信号とは異なるものとしてもよい。また、図１０に各サブフレームに含まれるチャープ信号は、図１０に示す６つ（ｃ１からｃ６まで）のみとしてもよい。

[0121] 一実施形態に係る電子機器１は、例えば図１０に示すように、送信波Ｔのサブフレームに含まれるチャープ信号ごとに、異なるレーダの機能を設定して（割り当てて）よい。例えば、一実施形態に係る電子機器１は、例えば送信波Ｔのチャープ信号ごとに、複数の物体検出範囲のいずれかを設定してよい。このように、一実施形態に係る電子機器１において、制御部１０は、送信信号及び受信信号による複数の物体検出範囲のいずれかを、送信波Ｔのフレームを構成するチャープ信号ごとに設定してもよい。図１０に示す例においては、送信波Ｔのチャープ信号ｃ１にはレーダ１の機能が設定され、送信波Ｔのチャープ信号ｃ２にはレーダ２の機能が設定され、送信波Ｔのチャープ信号ｃ３にはレーダ３の機能が設定され、以降も同様の機能が繰り返し設定されている。一実施形態において、送信波Ｔの各チャープ信号は、例えば１サブフレームの時間よりも短いものとしてよい。このため、一実施形態に係る電子機器１は、より短い時間ごとに異なるレーダとして機能する。した

がって、一実施形態に係る電子機器１は、１つのレーダセンサによって複数の機能又は用途をあたかも同時に実現するかのように動作する。

[0122] 例えば、図１０に示すチャープ信号ごとに、図７において説明した異なる種別のレーダの機能を設定して（割り当てて）よい。すなわち、例えば図１０に示すチャープ信号ｃ１及びチャープ信号ｃ４において設定されるレーダ１の機能は、図７に示したｒ１の範囲で物体検出を行うものとしてもよい。また、例えば図１０に示すチャープ信号ｃ２及びチャープ信号ｃ５において設定されるレーダ２の機能は、図７に示したｒ２の範囲で物体検出を行うものとしてもよい。また、例えば図１０に示すチャープ信号ｃ３及びチャープ信号ｃ６において設定されるレーダ３の機能は、図７に示したｒ３の範囲で物体検出を行うものとしてもよい。一実施形態において、異なる種別のレーダの機能に応じて、例えば設定される（割り当てられる）送信波Ｔの周波数の帯域幅が異なるようにしてもよい。

[0123] 以上説明したように、一実施形態に係る電子機器１によれば、様々な用途又は機能に応じて、検出範囲の切り出しと、その切り出した検出範囲の方向に向けたビームフォーミングとを行うことができる。また、一実施形態に係る電子機器１によれば、検出範囲の切り出し及び切り出した検出範囲の方向に向けたビームフォーミングを、任意に切り替えることができる。したがって、１つのレーダセンサを複数の用途又は機能に例えば動的に切り替えて用いることができる。

[0124] また、上述のように、一実施形態に係る電子機器１は、物体を検出可能な距離の範囲が異なる複数のレーダとして機能することができる。すなわち、一実施形態に係る電子機器１は、物体を検出可能な精度（分解能）が異なる複数のレーダとして機能することができる。このように、一実施形態に係る電子機器１は、複数の種別のレーダを、時間的な区分に応じて切り替えることができる。

[0125] 次に、一実施形態に係る電子機器１によって、歩行又は走行している人間を検出する原理について説明する。

[0126] 図１１は、人間が歩行している様子を例示する図である。図１１に示すように、人間は、歩行又は走行している時、たいていの場合、腕を振り子運動のように動かしている。一般的に、人間は、意識しているか否かにかかわらず、自然な体勢をしていれば、腕を振りながら歩行又は走行する傾向にある。したがって、一実施形態に係る電子機器１は、歩行又は走行している人間に特徴的な動きとして、例えば、歩行又は走行している人間が腕を振る動きを検出してよい。

[0127] 一実施形態に係る電子機器１において、制御部１０は、人間の腕の動きに特徴的な動きを含む物体を検出した場合、当該物体をターゲットとして検出してよい。一方、一実施形態に係る電子機器１において、制御部１０は、上述のような人間の腕の動きに特徴的な動きを含まない物体を検出した場合、当該物体をターゲットとして検出しないようにしてもよい。また、一実施形態に係る電子機器１において、制御部１０は、上述のような人間の腕の動きに特徴的な動きを含む物体を検出しない場合、ターゲットを検出していないものとしてもよい。

[0128] 図１１に示す人間は、図の左から右に向かって、速度Ｖｈで歩行又は走行しているものとする。図１１に示すように、歩行又は走行している人間の腕は、たいていの場合、固定点Ｏから吊り下げられた振り子に似た動きをする。図１１において、歩行又は走行している人間の右肩の辺りが固定点Ｏに対応し、歩行又は走行している人間の右手の辺りが振り子に対応している。歩行又は走行している人間の視点からは、固定点Ｏは、ほぼ静止している（あまり動かない）。一方、歩行又は走行している人間の視点からは、振り子は、固定点Ｏを中心としたほぼ円周状の軌道上で弧のような軌跡を描く運動（振り子運動）を行う。

[0129] 図１１に示す人間の腕における点Ｐの動きは、静止している第三者の視点からは、速度Ｖｈで右方向に移動する動きと、振り子運動する動きとの合成として観測される。したがって、一実施形態に係る電子機器１において、制御部１０は、ある点が速度Ｖｈで移動しつつ振り子運動をしていると判定し

た場合、点Ｐを含む物体をターゲット（歩行又は走行している人間）として検出してもよい。

[0130] このように、一実施形態に係る電子機器１において、制御部１０は、電子機器１の周囲の物体のうち人間の腕の動きに特徴的な動きを含む物体をターゲットとして検出するように制御する。この場合、制御部１０は、電子機器１の周囲の物体のうち歩行又は走行している人間が振る腕の動きに特徴的な動きを含む物体をターゲットとして検出するように制御してもよい。また、制御部１０は、電子機器１の周囲の物体のうち所定の速度Ｖｈで移動する人間の腕の動きに特徴的な動きを含む物体をターゲットとして検出するように制御してもよい。

[0131] 上述のような電子機器１の動作において、制御部１０は、電子機器１の周囲の物体のうち、所定の速度Ｖｈで移動する人間の腕の動きに特徴的な動きを含むと判定される物体を、ターゲットとして検出するように制御してもよい。この場合、制御部１０は、電子機器１の周囲の物体が所定の速度Ｖｈで移動する人間の腕の動きに特徴的な動きを含むか否か判定してもよい。制御部１０は、電子機器１の周囲の物体が所定の速度Ｖｈで移動する人間の腕の動きに特徴的な動きを含むと判定されたら、その物体をターゲットとして検出するように制御してもよい。

[0132] 図１２は、図１１に示した人間の腕の動きによって模擬される振り子運動を説明する図である。

[0133] 図１２に示すように、振り子（質量Ｍとする）は、固定点Ｏから長さＬの距離に吊るされているものとする。また、振り子の任意の位置Ｐにおいて、振り子が鉛直方向となす角をΦとする。また、この時の振り子の速度をＶｒとする。この場合、位置Ｐにおける振り子の位置エネルギーと運動エネルギーとの和は、重力加速度をｇとすると、以下の式（１）のように表すことができる。

$$MgL(1-\cos\Phi)+M(Vr)2/2 \quad \text{式（1）}$$

[0134] 図１２に示す振り子の位置Ｐ１は、振り子運動の最高点としてよい。この

時、振り子が鉛直方向となす角はΦｍとする。この場合、振り子運動の鉛直方向の高さは最高になり、振り子の速度Ｖｒはゼロになる。すなわち、位置Ｐ１において、振り子の位置エネルギーは最大となり、振り子の運動エネルギーはゼロとなる。そこで、位置Ｐ１における振り子の位置エネルギーと運動エネルギーとの和は、以下の式（２）のように表すことができる。

ＭｇＬ（１－ｃｏｓΦｍ）　式（２）

[0135] 図１２に示す振り子の位置Ｐ２は、振り子運動の最低点としてよい。この時、振り子が鉛直方向となす角Φはゼロとなる。この場合、振り子運動の鉛直方向の高さはゼロになり、振り子の速度Ｖｒは最大（Ｖｍ）になる。すなわち、位置Ｐ２において、振り子の位置エネルギーはゼロとなり、振り子の運動エネルギーは最大となる。そこで、位置Ｐ２における振り子の位置エネルギーと運動エネルギーとの和は、以下の式（３）のように表すことができる。

Ｍ（Ｖｍ）２／２　式（３）

[0136] 上記の式（１）乃至式（３）から、振り子運動の最低点の位置Ｐ２における速度Ｖｍは、以下の式（４）のように表すことができる。

Ｖｍ＝｛２ｇＬ（１－ｃｏｓΦｍ）｝１／２　式（４）

[0137] 上記の式（４）によれば、振り子運動の最低点の位置Ｐ２における速度Ｖｍは、歩行している人間の腕の長さ（Ｌ）と、当該人間が腕を振る際の最大の角度（Φｍ）とから求めることができる。したがって、電子機器１において、例えば典型的な人間について、Ｌ及びΦｍのデータを記憶部４０に記憶しておくことにより、速度Ｖｍを求めることができる。ここで、記憶部４０は、例えば大人と子供、お年寄りと若者（又は幼児）、及び／又は、男性と女性など、いくつかの典型的な人間について、Ｌ及びΦｍのデータを記憶してもよい。

[0138] 図１３は、図１１に示す人間が歩行する各時点における様子を示す図である。図１３は、歩行する人間の身体の動きを、時点（１）から時点（５）の順に示している。

[0139] 図１３に示す人間は、図１１と同様に、図の左から右に向かって、速度Ｖｈで歩行しているものとする。図１３においては、図１１と同様に、図に示す人間の右腕の動きによって模擬される振り子運動に着目している。

[0140] 時点（１）において、振り子運動する人間の右手は最高点になる。したがって、人間の右手の速度Ｖｒはゼロになる。時点（２）において、振り子運動する人間の右手は最低点になる。したがって、人間の右手の速度Ｖｒは進行方向と逆向きで最大（－Ｖｍ）になる。時点（３）において、振り子運動する人間の右手は再び最高点になる。したがって、人間の右手の速度Ｖｒはゼロになる。時点（４）において、振り子運動する人間の右手は再び最低点になる。したがって、人間の右手の速度Ｖｒは進行方向と同じ向きで最大（＋Ｖｍ）になる。

[0141] 時点（５）において、振り子運動する人間の右手は再び最高点になる。したがって、人間の右手の速度Ｖｒはゼロになる。時点（５）は、時点（１）に戻った状態としてよい。したがって、図１３に示す人間は、時点（１）から時点（４）までの状態を繰り返すものとしてよい。

[0142] 図１３に示すように、時点（１）から時点（５）まで、すなわち再び同じ状態に戻るまでの時間を、周期Ｔａとする。図１３に示す人間は、周期Ｔａの間に２歩ぶん歩行する。しだかって、図１３に示す人間の腕が振り子運動する周期Ｔａは、歩行の歩幅をＷとして、以下の式（５）のように表すことができる。

$$Ta = 2W / Vh \quad \text{式（５）}$$

[0143] 上記の式（５）によれば、歩行している人間の腕が振り子運動する周期Ｔａは、歩行の歩幅（Ｗ）と、歩行の速度（Ｖｈ）とから求めることができる。電子機器１において、例えば典型的な人間について、Ｗ及びＶｈのデータを記憶部４０に記憶しておくことにより、周期Ｔａを求めることができる。ここで、記憶部４０は、例えば大人と子供、お年寄りと若者（又は幼児）、及び／又は、男性と女性など、いくつかの典型的な人間について、Ｗ及びＶｈのデータを記憶してもよい。一例として、Ｗ＝０．７［ｍ］前後として、

Ｖｈ＝２．０［ｍ／ｓ］前後としてもよい。

[0144] 図１３に示すように、歩行している人間が周期Ｔａの間に２歩進む場合、周期Ｔａの間に当該人間の右手の速度Ｖｒがゼロになる回数は、２回になる（図１３における時点（１）及び時点（３））。すなわち、速度Ｖｈで歩行している人間の腕の振り子運動の速度Ｖｒは、周期Ｔａの間に、歩行速度Ｖｈを基準として、２回、ゼロになる。したがって、制御部１０は、電子機器１の周囲の物体が、速度Ｖｈで移動する運動と、周期Ｔａの半分の時間ごとに速度Ｖｒがゼロになる運動とを合成した動きを含むか否か判定してよい。このような動きが含まれると判定したら、制御部１０は、その動きを含む物体が人間の腕の動きに特徴的な動きを含むと判定してもよい。ここで、上述の速度Ｖｒは、速度Ｖｈで移動している視点からの速度である。すなわち、速度Ｖｒは、速度Ｖｈを基準とした相対速度である。

[0145] このように、一実施形態に係る電子機器１において、制御部１０は、電子機器１の周囲の物体が速度Ｖｈで移動する運動と当該物体の速度Ｖｈを基準とした相対速度Ｖｒが周期的にゼロになる運動とを合成した動きを含むか否か判定してもよい。このような動きを含むと判定した場合、制御部１０は、前記物体は速度Ｖｈで移動する人間の腕の動きに特徴的な動きを含むと判定してもよい。

[0146] また、図１３に示すように、歩行している人間が周期Ｔａの間に２歩進む場合、周期Ｔａの間に当該人間の右手の速度Ｖｒが最小及び最大になる回数は、それぞれ１回ずつになる（図１３における時点（２）及び時点（４））。すなわち、速度Ｖｈで歩行している人間の腕の振り子運動の速度Ｖｒは、周期Ｔａの間に、歩行速度Ｖｈを基準として、１回最大（又は極大）になり、１回最小（又は極小）になる。したがって、制御部１０は、電子機器１の周囲の物体が、速度Ｖｈで移動する運動と、周期Ｔａの半分の時間ごとに速度Ｖｒが極大及び極小になる運動とを合成した動きを含むか否か判定してよい。このような動きが含まれると判定したら、制御部１０は、その動きを含む物体が人間の腕の動きに特徴的な動きを含むと判定してもよい。ここで、

上述の速度Ｖｒは、速度Ｖｈで移動している視点からの速度である。すなわち、速度Ｖｒは、速度Ｖｈを基準とした相対速度である。

[0147] このように、制御部１０は、電子機器１の周囲の物体が速度Ｖｈで移動する運動と当該物体の速度Ｖｈを基準とした相対速度Ｖｒが周期的に極大値（Ｖｍ）及び極小値（－Ｖｍ）の繰り返しになる運動とを合成した動きを含むか否か判定してもよい。このような動きを含むと判定した場合、制御部１０は、前記物体は速度Ｖｈで移動する人間の腕の動きに特徴的な動きを含むと判定してもよい。

[0148] 以上説明したように、一実施形態に係る電子機器１において、制御部１０は、電子機器１の周囲の物体が所定の速度Ｖｈで移動する所定の周期の振り子運動に特徴的な動きを含むか否か判定してもよい。当該特徴的な動きを含むと判定する場合、制御部１０は、その物体が所定の速度Ｖｈで移動する人間の腕の動きに特徴的な動きを含むと判定してもよい。

[0149] 図１１及び図１３においては、歩行している人間の右腕又は右手の動きに着目して、振り子運動に特徴的な動きが含まれるか否かを判定した。しかしながら、一実施形態に係る電子機器１において、制御部１０は、歩行している人間の左腕又は左手の動きに着目して、振り子運動に特徴的な動きが含まれるか否かを判定してもよい。

[0150] また、人間は、歩行又は走行している際に、両腕を互いに逆方向に振るようにして動かす傾向にある。したがって、一実施形態に係る電子機器１において、制御部１０は、互いに逆方向の振り子運動に特徴的な動きが互いの近傍に検出される場合、これらの両者を１人の人間の両腕として検出してもよい。また、制御部１０は、互いに逆方向の振り子運動に特徴的な動きが互いの近傍に検出され、さらに当該逆方向の振り子運動の間に物体が検出される場合、当該物体を１人の人間の胴体部分として検出してもよい。

[0151] また、上述の実施形態において、制御部１０は、電子機器１の周囲の物体が速度Ｖｈで移動する運動と当該物体の速度Ｖｈを基準とした相対速度Ｖｒが周期的にゼロになる運動とを合成した動きを含むか否かを判定した。ここ

で、速度Ｖｈを基準とする相対速度Ｖｒを測定、検出、又は判定などする際に、電子機器１の制御部１０において処理し易いように、適宜、物体が移動する方向及び／又は物体の到来する方向の角度などを補正してもよい。

[0152] また、上述の実施形態において、制御部１０は、歩行している人間が振る腕の動きに特徴的な動きが含まれるか否かを判定した。しかしながら、一実施形態に係る電子機器１において、制御部１０は、歩行ではなく走行している人間が振る腕の動きに特徴的な動きが含まれるか否かを判定してもよい。この場合、図１３に示した速度Ｖｈは、走行時において、歩行時よりも速くなるものとしてもよい。また、人間は、歩行時には腕を伸ばしており、走行時には肘を曲げていることが多い。したがって、図１２に示した長さＬは、走行時において、歩行時よりも短くしてもよい。また、図１２にて説明した最低点の位置Ｐ２における速度Ｖｍは、走行時において、歩行時よりも速くなるものとしてもよい。また、上述した歩幅Ｗは、走行時において、歩行時よりも長くしてもよい。さらに、上述した周期Ｔａは、走行時において、歩行時よりも短くしてもよい。

[0153] 図１４は、一実施形態に係る電子機器１の動作を説明するフローチャートである。以下、一実施形態に係る電子機器の動作の流れを説明する。

[0154] 図１４に示す動作は、例えば移動体１００に搭載された電子機器１によって、移動体１００の周囲に存在する物体を検出する際に開始してよい。

[0155] 図１４に示す動作が開始すると、制御部１０は、各レーダ種別における物体検出範囲を決定する（ステップＳ１）。例えば、ステップＳ１において、制御部１０は、図８に示すレーダ１の物体検出範囲を、図７に示すｒ１（例えば０．２ｍから１２．５ｍまで）としてもよい。また、例えば、ステップＳ１において、制御部１０は、図８に示すレーダ２の物体検出範囲を、図７に示すｒ２（例えば１ｍから５０ｍまで）としてもよい。また、例えば、ステップＳ１において、制御部１０は、図８に示すレーダ３の物体検出範囲を、図７に示すｒ３（例えば５ｍから２００ｍまで）としてもよい。このような物体検出範囲は、予め記憶部４０に記憶しておいてもよい。ステップＳ１

において、制御部１０は、例えば移動体１００の運転者などの操作に基づいて各レーダの物体検出範囲を決定してもよいし、例えば制御部１０又はＥＣＵ５０などの指示に基づいて各レーダの物体検出範囲を決定してもよい。

[0156] また、ステップＳ１に示す動作は、図１４に示す動作の開始後に初めて行う動作ではなく、図１４に示す動作が既に以前に行われた後で再び開始されたものとしてよい。再び行われたステップＳ１の時点で制御部１０によって既に各レーダの物体検出範囲が決定されている場合、制御部１０は、当該決定された物体検出範囲を再び用いてもよい。

[0157] ステップＳ１において各レーダの物体検出範囲が決定されたら、制御部１０は、各レーダの物体検出範囲において物体を検出するために、送信波Ｔの各フレーム等ごとに、電子機器１における各種パラメータを設定する（ステップＳ２）。

[0158] 例えば、ステップＳ２において、制御部１０は、図７に示した物体検出範囲ｒ１からｒ３までの範囲を物体検出範囲として切り出して物体検出を行うように、各種のパラメータを送信波Ｔの各フレーム等ごとに設定してよい。ステップＳ２において、例えば各種のパラメータを送信波Ｔのフレームごとに設定してもよいし、フレームを構成する部分（例えばサブフレーム）ごとに設定してもよいし（図８又は図９参照）、チャープ信号ごとに設定してもよい（図１０参照）。各レーダにおける物体検出範囲のような検出範囲を切り出して物体検出を行うために設定される各種のパラメータは、例えば記憶部４０に記憶しておいてもよい。この場合、ステップＳ２において、制御部１０は、各種のパラメータを記憶部４０から読み出して設定してもよい。

[0159] また、ステップＳ２において、制御部１０は、送信波Ｔの各フレーム等ごとに、決定されたそれぞれの物体検出範囲の向きに送信波のビームを形成するように、各種のパラメータを設定してもよい。例えば、ステップＳ２において、制御部１０は、送信波Ｔの各フレーム等ごとに、ステップＳ１で決定された物体検出範囲に送信波のビームが向くように、各種のパラメータを設定してよい。各物体検出範囲のような検出範囲に送信波のビームを向けるた

めに設定される各種のパラメータは、例えば記憶部４０に記憶しておくことができる。この場合、ステップＳ２において、制御部１０は、各種のパラメータを記憶部４０から読み出して設定してもよい。ステップＳ２において、制御部１０は、送信波Ｔの各フレーム等ごとに、例えば位相制御部２３又は送信部２０に対して各種のパラメータを設定してもよい。

[0160] このように、一実施形態に係る電子機器１において、制御部１０は、送信信号及び受信信号による複数の物体検出範囲のいずれかを規定するパラメータを、送信波Ｔのフレーム等ごとに設定してもよい。また、制御部１０は、検出範囲の異なるモードのうち、フレームごと又はフレーム内の処理単位ごとに、レーダの種別を切り替えて信号生成部２１に通知してよい。

[0161] ステップＳ２においてパラメータが設定されたら、制御部１０は、送信波Ｔのフレーム等の順序に従って、送信アンテナ２５から送信波Ｔを送信するように制御する（ステップＳ３）。例えば、ステップＳ３において、信号生成部２１は、制御部１０によって設定されたパラメータに基づいて、送信波Ｔのフレーム等の順序に従って、各種別のレーダとして機能する送信信号を生成してよい。また、送信波Ｔのビームフォーミングを行う場合、ステップＳ３において、位相制御部２３は、送信波Ｔのフレーム等の順序に従って、複数の送信アンテナ２５から送信されるそれぞれの送信波Ｔが所定の方向にビームを形成するように制御してよい。この場合、位相制御部２３は、各送信波Ｔの位相を制御してもよい。さらに、位相制御部２３は、ステップＳ１において決定された物体検出範囲の方向に、例えば物体検出範囲の少なくとも一部をカバーするように、送信波Ｔのフレーム等の順序に従って、送信波Ｔのビームを向けるように制御してもよい。

[0162] ステップＳ３において送信波Ｔが送信されたら、制御部１０は、受信アンテナ３１から反射波Ｒを受信するように制御する（ステップＳ４）。

[0163] ステップＳ４において反射波Ｒが受信されたら、制御部１０は、電子機器１の周囲の物体が人間の腕の動きに特徴的な動きを含むか否か判定するように制御する（ステップＳ５）。ステップＳ５において、制御部１０は、上述

のように、電子機器１の周囲の物体が所定の速度Ｖｈで移動する人間の腕の動きに特徴的な動きを含むか否か判定するように制御してもよい。ステップＳ５において、人間の腕の動きに特徴的な動きを含むか否かの判定は、上述した各実施形態の原理に基づいて実行してよい。

[0164] ステップＳ５において腕の動きに特徴的な動きを含むと判定されたら、制御部１０は、当該物体をターゲットとして検出して（ステップＳ６）、図１４に示す動作を終了してよい。ステップＳ６において、制御部１０は、距離ＦＦＴ処理部１１、速度ＦＦＴ処理部１２、及び到来角推定部１３の少なくともいずれかによる推定結果に基づいて、物体の存在をターゲットとして検出してもよい。一方、ステップＳ５において腕の動きに特徴的な動きを含まないと判定されたら、制御部１０は、図１４に示す動作を終了してよい。また、ステップＳ５において腕の動きに特徴的な動きを含む物体が検出されない場合も、制御部１０は、図１４に示す動作を終了してよい。

[0165] ステップＳ６において、制御部１０は、例えば、複数の異なる種別のレーダごとに得られた角度、速度、距離の情報から物体検出（例えばクラスタリング）処理を行い、その物体を構成するポイントの平均電力を算出してもよい。また、一実施形態に係る電子機器１において、制御部１０は、複数の異なる種別のレーダごとに得られた物体検出情報又はポイントクラウド情報を、例えばＥＣＵ５０のような上位の制御ＣＰＵに通知してもよい。

[0166] ステップＳ６における物体の検出は、公知のミリ波レーダによる技術を用いて種々のアルゴリズムなどに基づいて行うことができるため、より詳細な説明は省略する。また、図１４に示すステップＳ６の後、制御部１０は、再びステップＳ１の処理を開始してもよい。この場合、ステップＳ６において物体を検出した結果に基づいて、ステップＳ１において物体検出範囲を決定してもよい。このように、一実施形態に係る電子機器１において、制御部１０は、送信波Ｔとして送信される送信信号及び反射波Ｒとして受信される受信信号に基づいて、送信波Ｔを反射する物体を検出してよい。

[0167] 以上説明したように、一実施形態に係る電子機器１によれば、歩行又は走

行している人間をターゲットとして検出することができる。一実施形態に係る電子機器１によれば、移動している無生物又は動物などをターゲットとして検出せずに、歩行又は走行している人間をターゲットとして検出することができる。すなわち、一実施形態に係る電子機器１によれば、歩行又は走行している人間とたまたま同じような位置及び／又は速度で移動している無生物又は動物などは、ターゲットとして検出されない。したがって、一実施形態に係る電子機器１によれば、例えば歩行又は走行している人間のみを検出して運転者に警報を発することができるなど、極めて有益な用途が実現できる。

[0168] 本開示を諸図面及び実施例に基づき説明してきたが、当業者であれば本開示に基づき種々の変形又は修正を行うことが容易であることに注意されたい。したがって、これらの変形又は修正は本開示の範囲に含まれることに留意されたい。例えば、各機能部に含まれる機能などは論理的に矛盾しないように再配置可能である。複数の機能部等は、１つに組み合わせられたり、分割されたりしてよい。上述した本開示に係る各実施形態は、それぞれ説明した各実施形態に忠実に実施することに限定されるものではなく、適宜、各特徴を組み合わせたり、一部を省略したりして実施され得る。つまり、本開示の内容は、当業者であれば本開示に基づき種々の変形および修正を行うことができる。したがって、これらの変形および修正は本開示の範囲に含まれる。例えば、各実施形態において、各機能部、各手段、各ステップなどは論理的に矛盾しないように他の実施形態に追加し、若しくは、他の実施形態の各機能部、各手段、各ステップなどと置き換えることが可能である。また、各実施形態において、複数の各機能部、各手段、各ステップなどを１つに組み合わせたり、或いは分割したりすることが可能である。また、上述した本開示の各実施形態は、それぞれ説明した各実施形態に忠実に実施することに限定されるものではなく、適宜、各特徴を組み合わせたり、一部を省略したりして実施することもできる。

[0169] 上述した実施形態は、電子機器１としての実施のみに限定されるものでは

ない。例えば、上述した実施形態は、電子機器１のような機器の制御方法として実施してもよい。さらに、例えば、上述した実施形態は、電子機器１のような機器が実行するプログラムとして実施してもよい。

[0170] 一実施形態に係る電子機器１は、最小の構成としては、例えばセンサ５又は制御部１０の一方のみの少なくとも一部を備えるものとしてよい。一方、一実施形態に係る電子機器１は、制御部１０の他に、図２に示すような、信号生成部２１、シンセサイザ２２、位相制御部２３、増幅器２４、及び送信アンテナ２５の少なくともいずれかを、適宜含んで構成してもよい。また、一実施形態に係る電子機器１は、上述の機能部に代えて、又は上述の機能部とともに、受信アンテナ３１、ＬＮＡ３２、ミキサ３３、ＩＦ部３４、ＡＤ変換部３５の少なくともいずれかを、適宜含んで構成してもよい。さらに、一実施形態に係る電子機器１は、記憶部４０を含んで構成してもよい。このように、一実施形態に係る電子機器１は、種々の構成態様を採ることができる。また、一実施形態に係る電子機器１が移動体１００に搭載される場合、例えば上述の各機能部の少なくともいずれかは、移動体１００内部などの適当な場所に設置されてよい。一方、一実施形態においては、例えば送信アンテナ２５及び受信アンテナ３１の少なくともいずれかは、移動体１００の外部に設置されてもよい。

符号の説明

[0171] １　電子機器

５　センサ

１０　制御部

１１　距離ＦＦＴ処理部

１２　距離検出判定部

１３　速度ＦＦＴ処理部

１４　速度検出判定部

１５　到来角推定部

１６　物体検出部

２０　送信部

２１　信号生成部

２２　シンセサイザ

２３　位相制御部

２４　増幅器

２５　送信アンテナ

３０　受信部

３１　受信アンテナ

３２　ＬＮＡ

３３　ミキサ

３４　ＩＦ部

３５　ＡＤ変換部

４０　記憶部

５０　ＥＣＵ

１００　移動体

２００　物体

請求の範囲

[請求項1] 送信波を送信する送信アンテナと、

前記送信波が反射された反射波を受信する受信アンテナと、

前記送信波として送信される送信信号及び前記反射波として受信される受信信号に基づいて、前記送信波を反射する物体を検出する制御部と、

を備える電子機器であって、

前記制御部は、前記電子機器の周囲の物体のうち人間の腕の動きに特徴的な動きを含む物体をターゲットとして検出するように制御する、電子機器。

[請求項2] 前記制御部は、前記電子機器の周囲の物体のうち所定の速度で移動する人間の腕の動きに特徴的な動きを含む物体をターゲットとして検出するように制御する、請求項１に記載の電子機器。

[請求項3] 前記制御部は、前記電子機器の周囲の物体のうち歩行又は走行している人間が振る腕の動きに特徴的な動きを含む物体をターゲットとして検出するように制御する、請求項１又は２に記載の電子機器。

[請求項4] 前記制御部は、前記電子機器の周囲の物体のうち所定の速度で移動する人間の腕の動きに特徴的な動きを含むと判定される物体をターゲットとして検出するように制御する、請求項２に記載の電子機器。

[請求項5] 前記制御部は、前記電子機器の周囲の物体が所定の速度で移動する人間の腕の動きに特徴的な動きを含むか否か判定し、前記物体が所定の速度で移動する人間の腕の動きに特徴的な動きを含むと判定されたら、当該物体をターゲットとして検出するように制御する、請求項４に記載の電子機器。

[請求項6] 前記制御部は、前記電子機器の周囲の物体が所定の速度で移動する所定の周期の振り子運動に特徴的な動きを含む場合、前記物体は所定の速度で移動する人間の腕の動きに特徴的な動きを含むと判定する、請求項４又は５に記載の電子機器。

[請求項7] 前記制御部は、前記電子機器の周囲の物体が所定の速度Ｖｈで移動する運動と当該物体の当該所定の速度Ｖｈを基準とした相対速度Ｖｒが周期的にゼロになる運動とを合成した動きを含む場合、前記物体は所定の速度で移動する人間の腕の動きに特徴的な動きを含むと判定する、請求項４から６のいずれかに記載の電子機器。

[請求項8] 前記制御部は、前記電子機器の周囲の物体が所定の速度Ｖｈで移動する運動と当該物体の当該所定の速度Ｖｈを基準とした相対速度Ｖｒが周期的に極大値Ｖｍ及び極小値－Ｖｍの繰り返しになる運動とを合成した動きを含む場合、前記物体は所定の速度で移動する人間の腕の動きに特徴的な動きを含むと判定する、請求項４から７のいずれかに記載の電子機器。

[請求項9] 前記制御部は、

人間の歩行の速度をＶｈ、重力加速度をｇ、人間の腕の長さをＬ、人間が腕を振る際の最大の角度をΦｍとした場合に、測定した物体の速度から速度Ｖｈを減算した相対速度Ｖｒが、

Ｖｒ＝｛２ｇＬ（１－ｃｏｓΦｍ）｝１／２

を満たす場合に、前記物体は所定の速度で移動する人間の腕の動きに特徴的な動きを含むと判定する、請求項１に記載の電子機器。

[請求項10] 前記制御部は、

人間の歩行の速度をＶｈ、人間の歩行の歩幅をＷとした場合に、測定した物体の周期Ｔａが、

Ｔａ＝２Ｗ／Ｖｈ

を満たす場合に、前記物体は所定の速度で移動する人間の腕の動きに特徴的な動きを含むと判定する、請求項１に記載の電子機器。

[請求項11] 送信アンテナから送信波を送信するステップと、

前記送信波が反射された反射波を受信アンテナから受信するステップと、

前記送信波として送信される送信信号及び前記反射波として受信さ

れる受信信号に基づいて、前記送信波を反射する物体を検出するステップと、

を含む、電子機器の制御方法であって、

前記検出するステップにおいて、前記電子機器の周囲の物体のうち人間の腕の動きに特徴的な動きを含む物体をターゲットとして検出する、制御方法。

[請求項12] 電子機器に、

送信アンテナから送信波を送信するステップと、

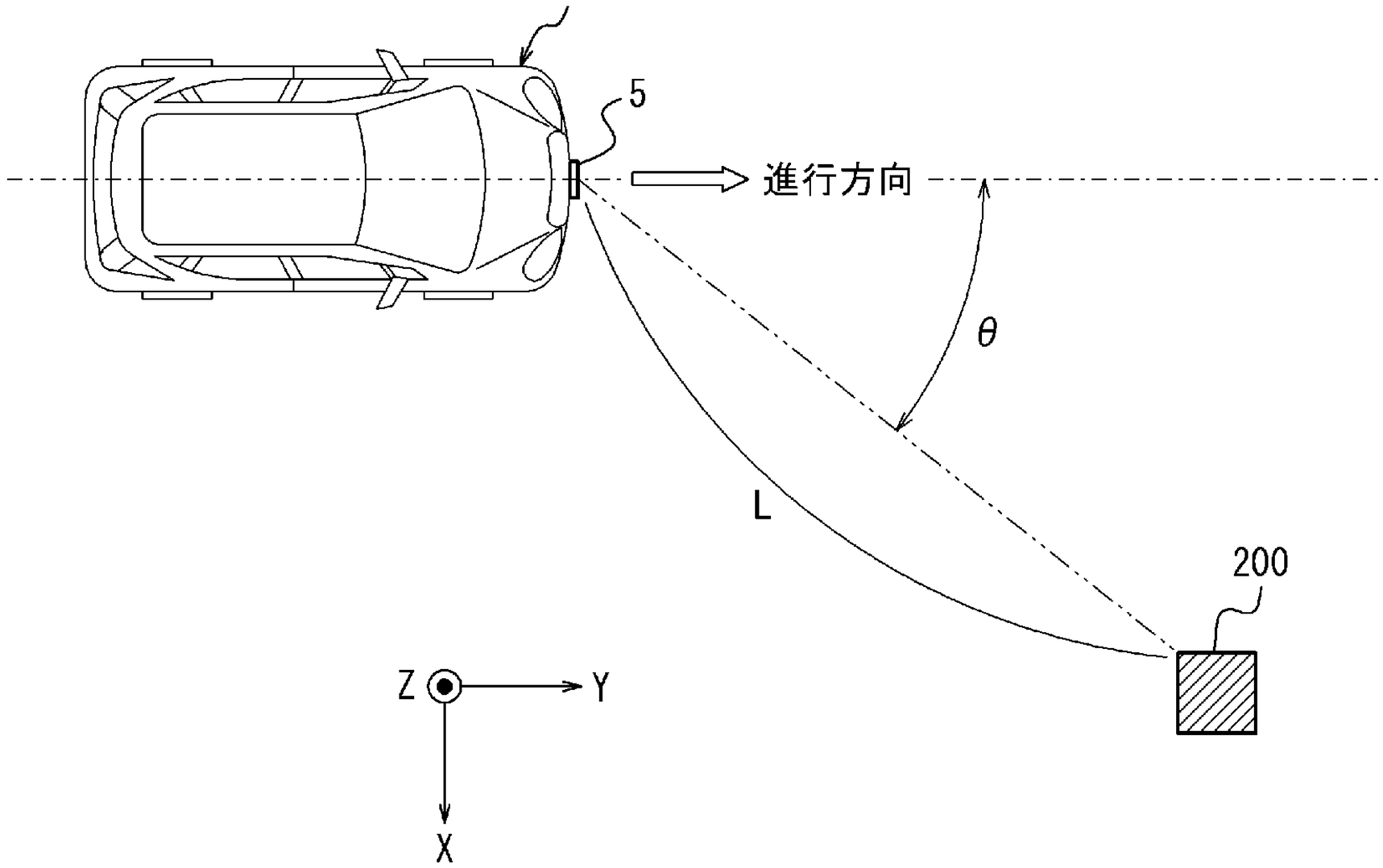
前記送信波が反射された反射波を受信アンテナから受信するステップと、

前記送信波として送信される送信信号及び前記反射波として受信される受信信号に基づいて、前記送信波を反射する物体を検出するステップと、

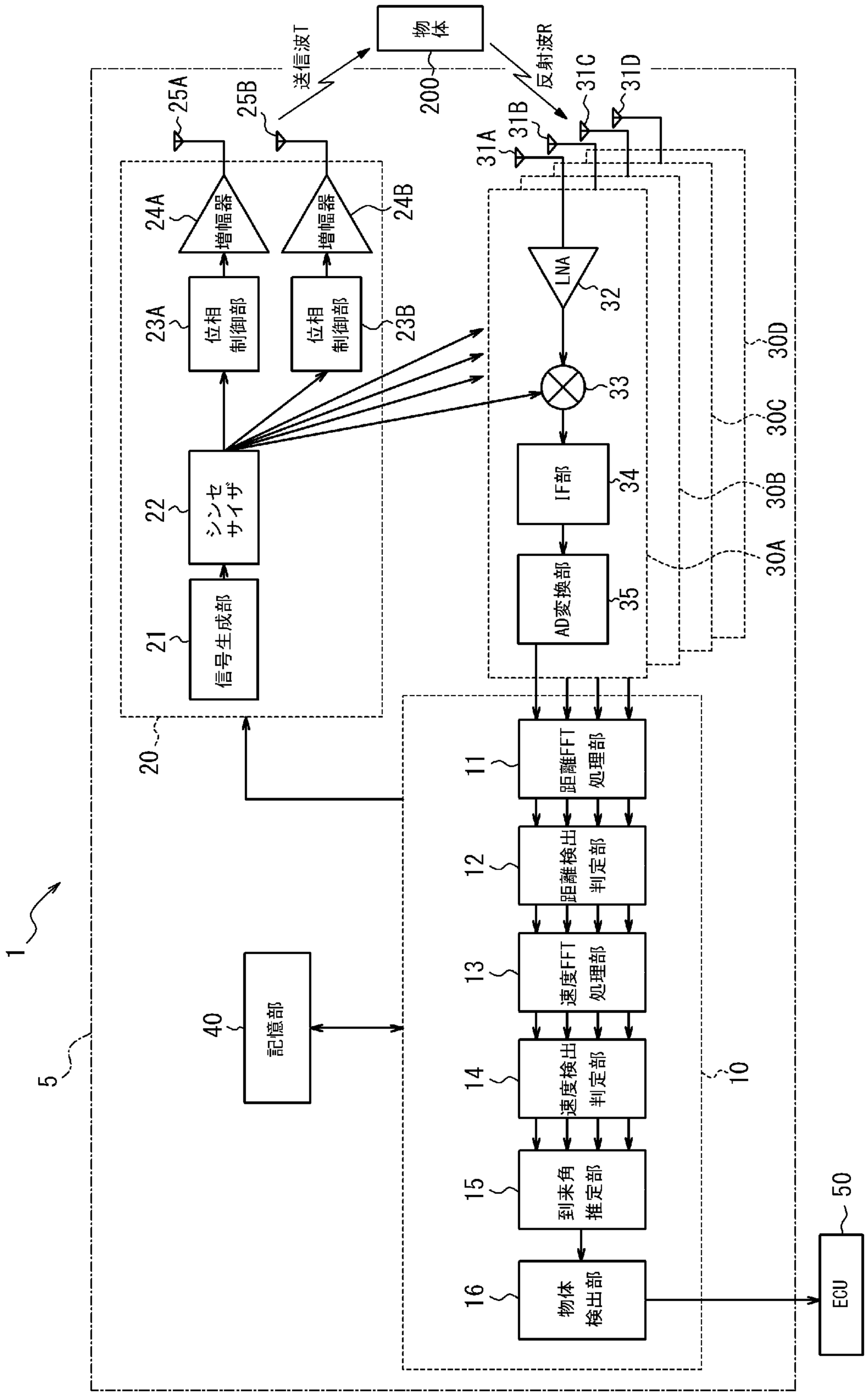
を実行させるプログラムであって、

前記検出するステップにおいて、前記電子機器の周囲の物体のうち人間の腕の動きに特徴的な動きを含む物体をターゲットとして検出する、プログラム。

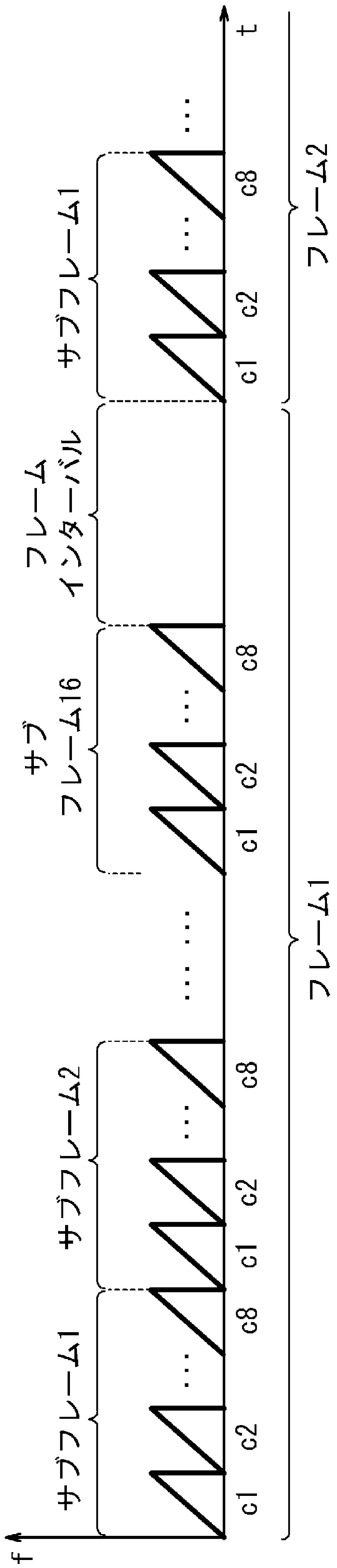
[図1]



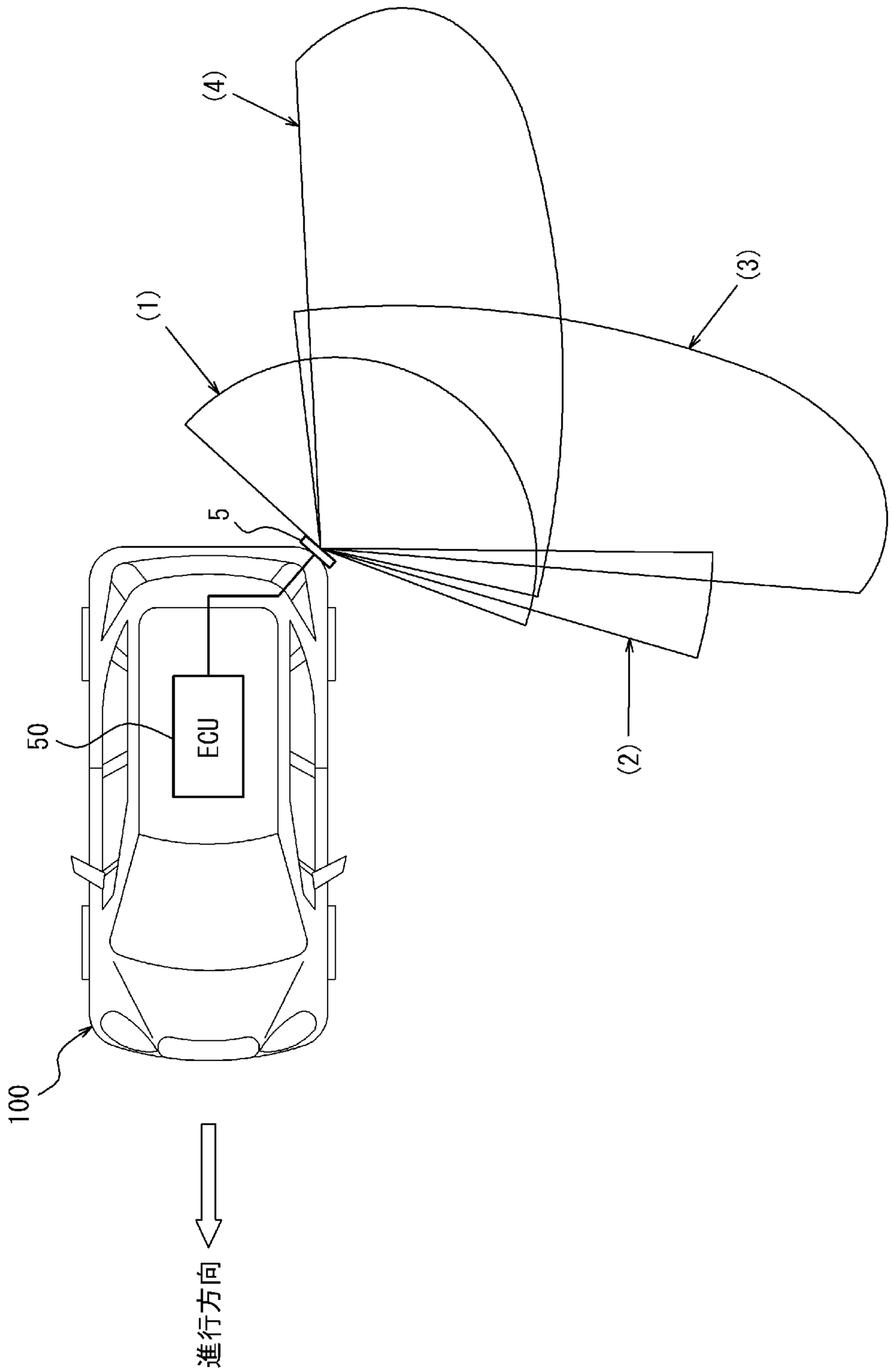
[図2]


物体
送信波T
反射波R
200
25A
25B
31A
31B
31C
31D
24A
24B
増幅器
増幅器
23A
23B
位相制御部
位相制御部
LNA
32
22
シンセサイザ
33
IF部
34
AD変換部
35
30A
30B
30C
30D
21
信号生成部
20
1
5
40
記憶部
11
距離FFT処理部
12
距離検出判定部
13
速度FFT処理部
14
速度検出判定部
15
到来角推定部
16
物体検出部
10
50
ECU

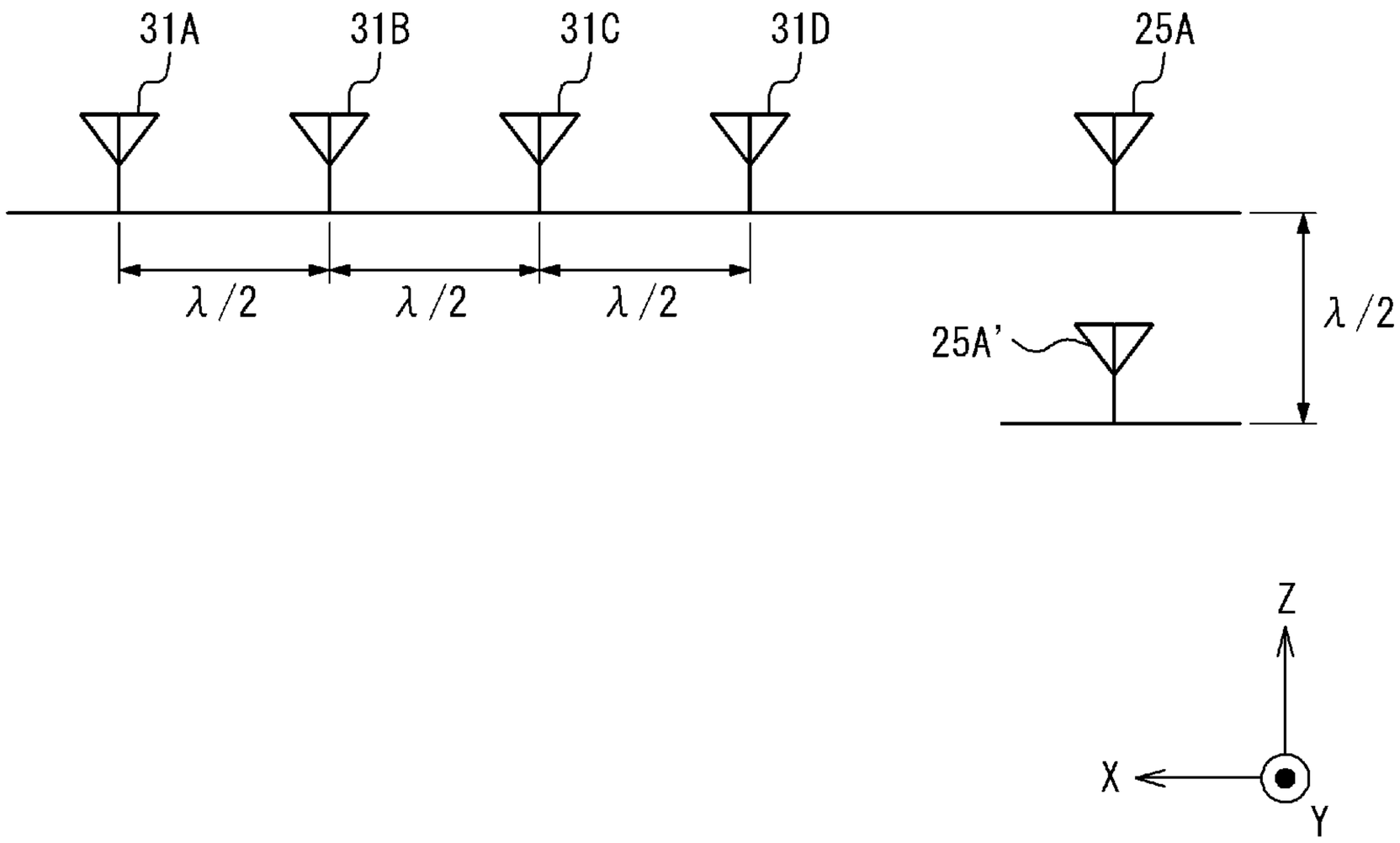
[図3]


t
f
フレーム
インターバル
サブフレーム1
サブフレーム2
サブフレーム16
c1
c2
c8
フレーム1
フレーム2

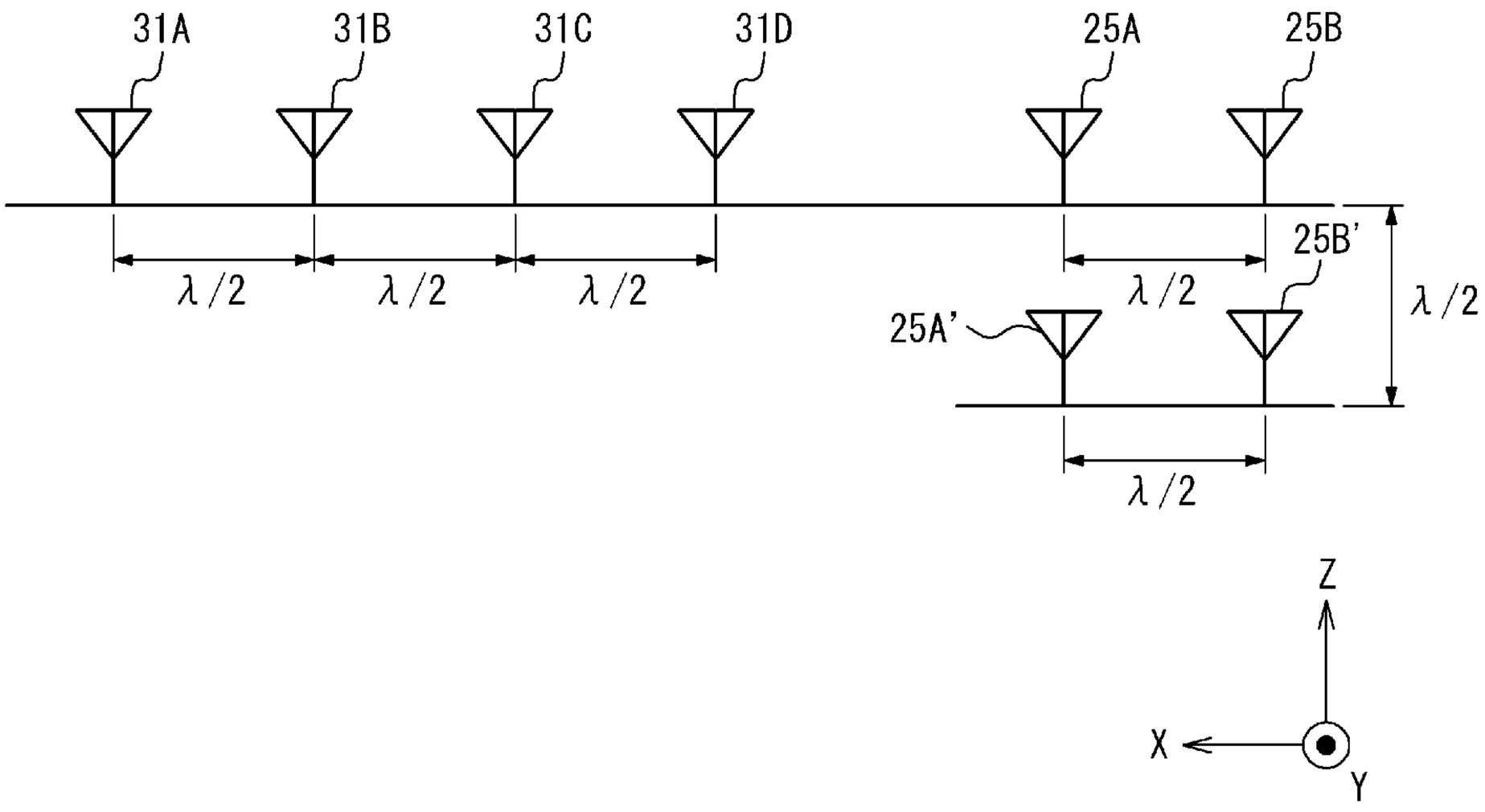
[図4]



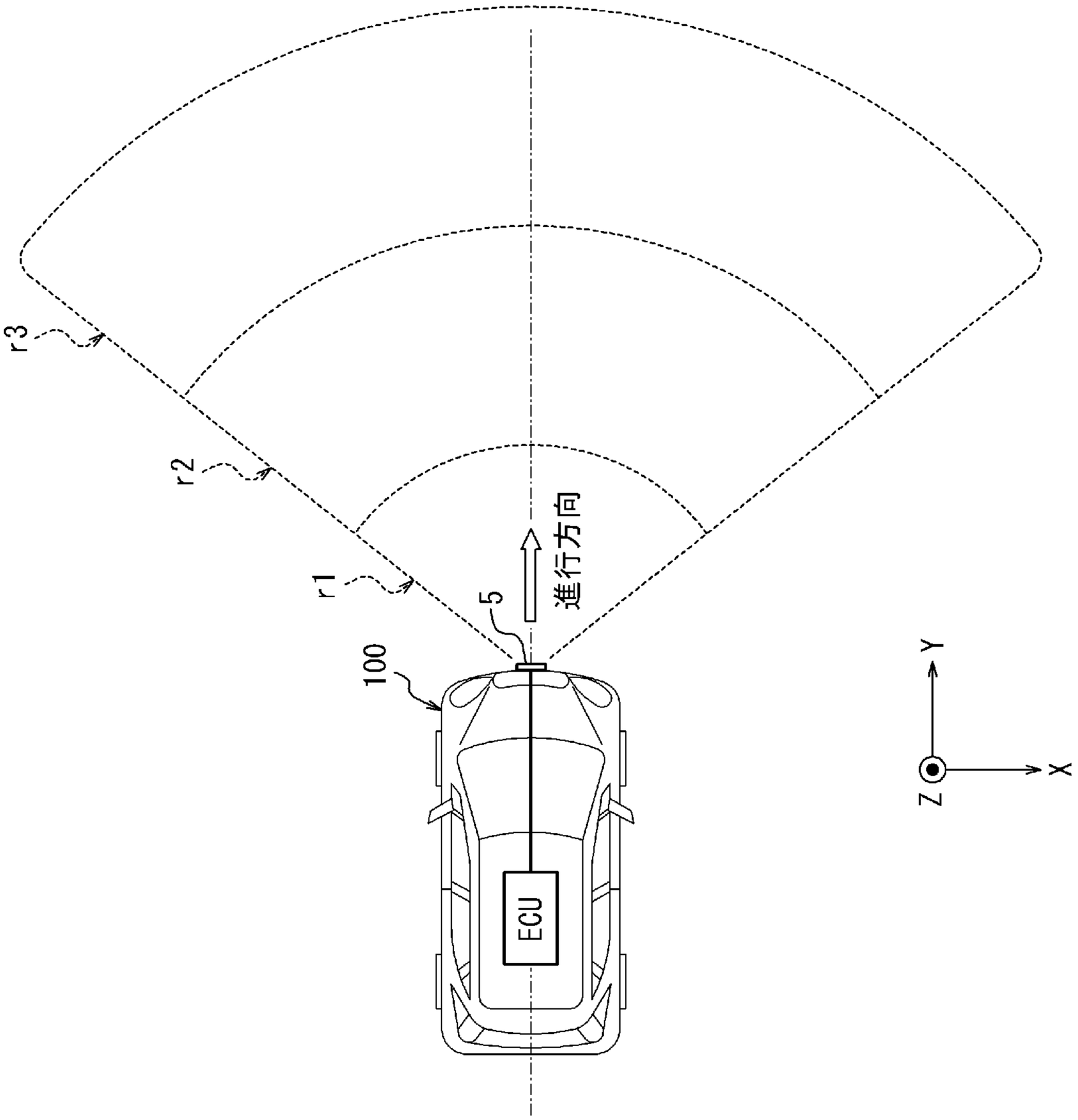
[図5]


31A
31B
31C
31D
25A
λ/2
λ/2
λ/2
λ/2
25A'
Z
X
Y

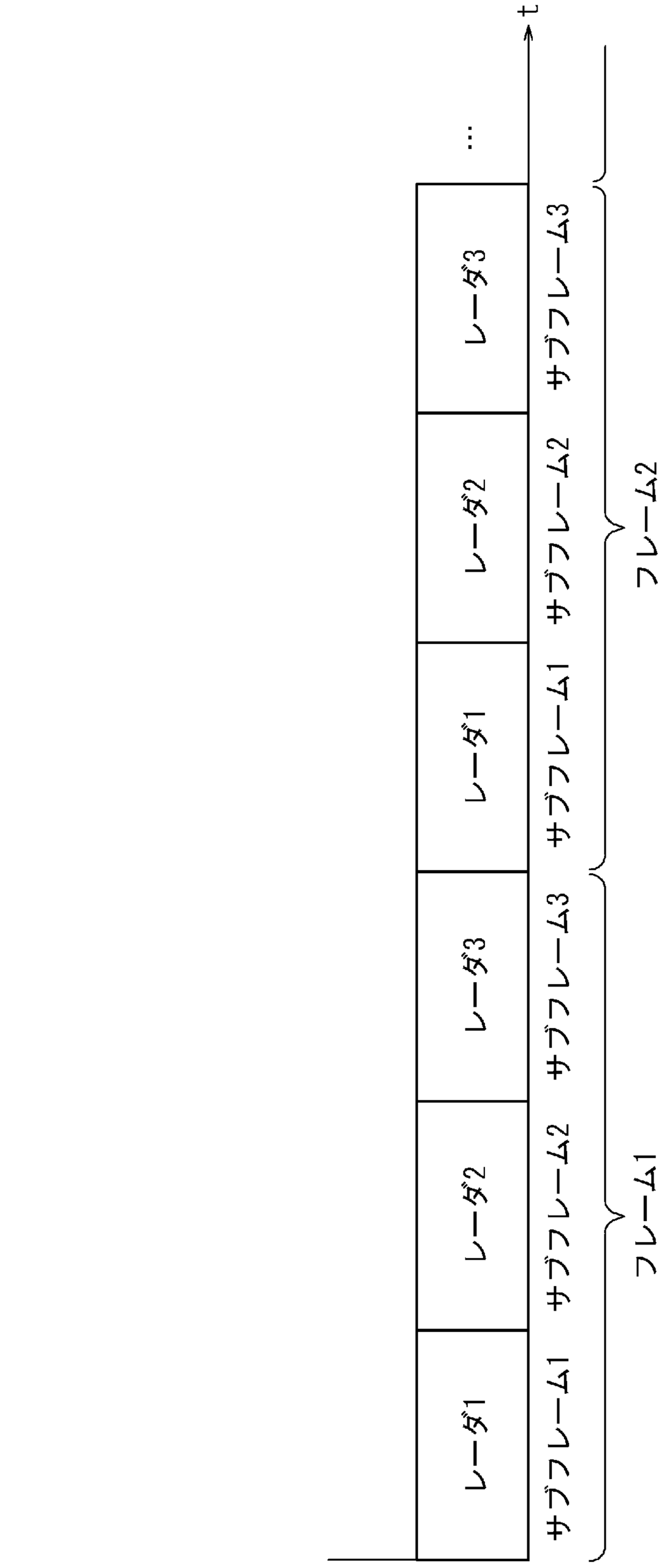
[図6]


31A
31B
31C
31D
25A
25B
λ/2
λ/2
λ/2
λ/2
25B'
λ/2
25A'
λ/2
Z
X
Y

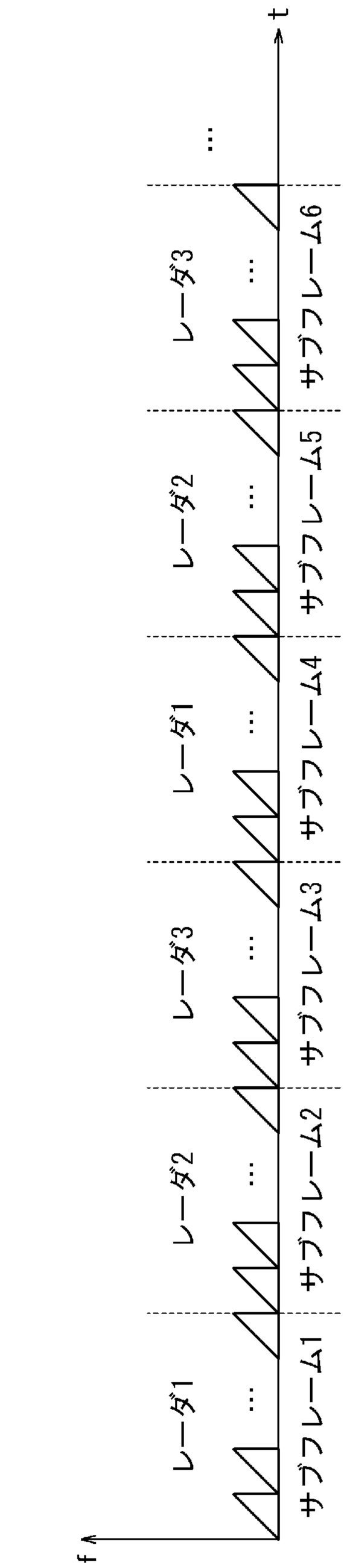
[図7]



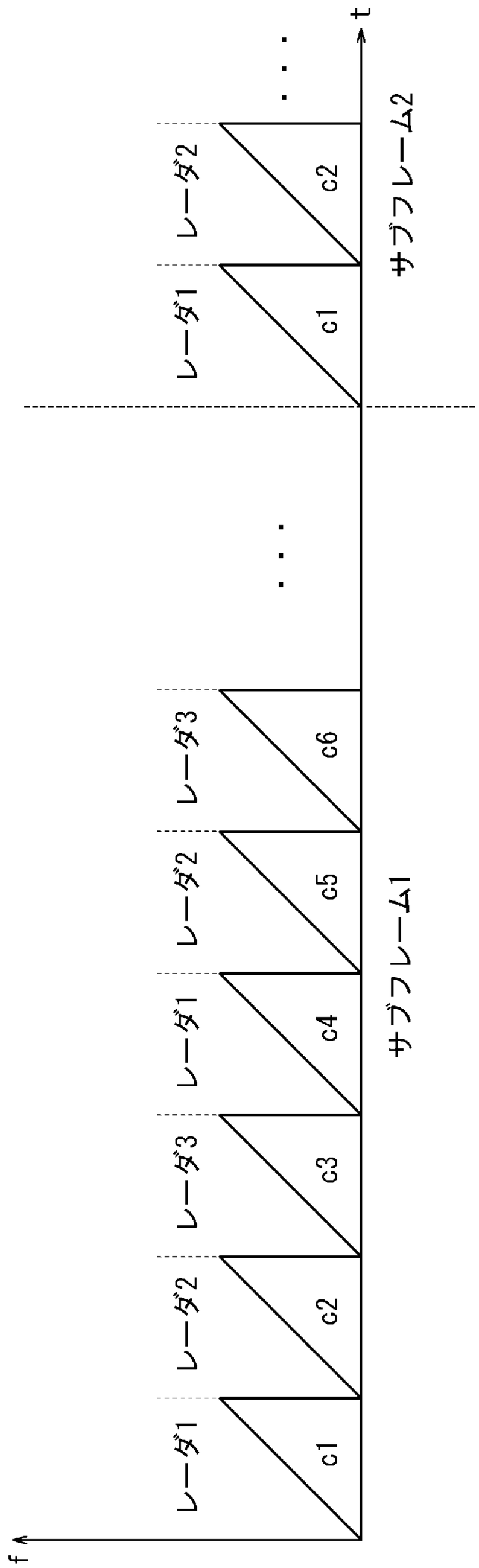
[図8]


t
レーダ1
レーダ2
レーダ3
サブフレーム1
サブフレーム2
サブフレーム3
フレーム2
レーダ1
レーダ2
レーダ3
サブフレーム1
サブフレーム2
サブフレーム3
フレーム1

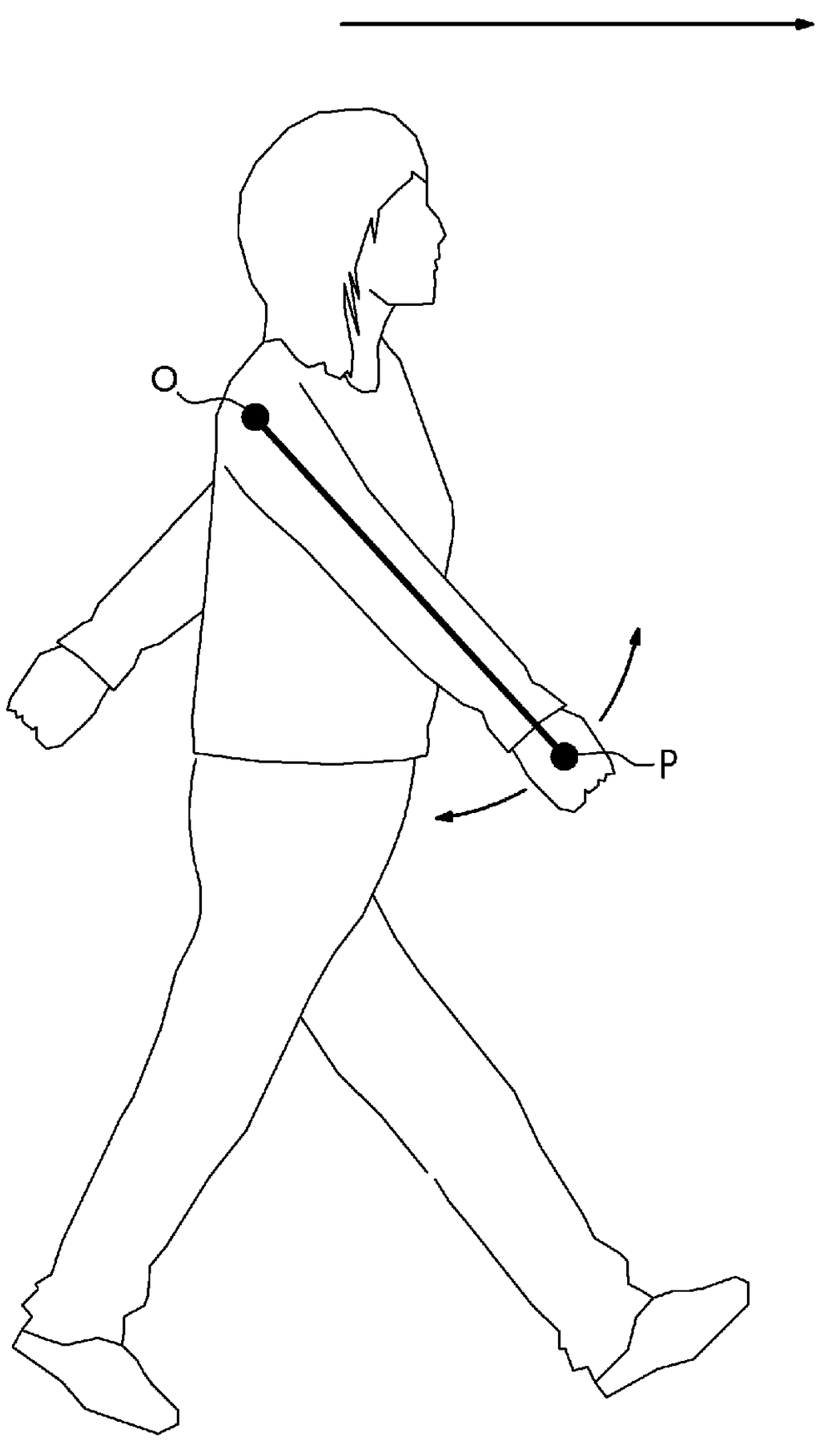
[図9]


t
f
レーダ1
レーダ2
レーダ3
…
サブフレーム1
サブフレーム2
サブフレーム3
サブフレーム4
サブフレーム5
サブフレーム6

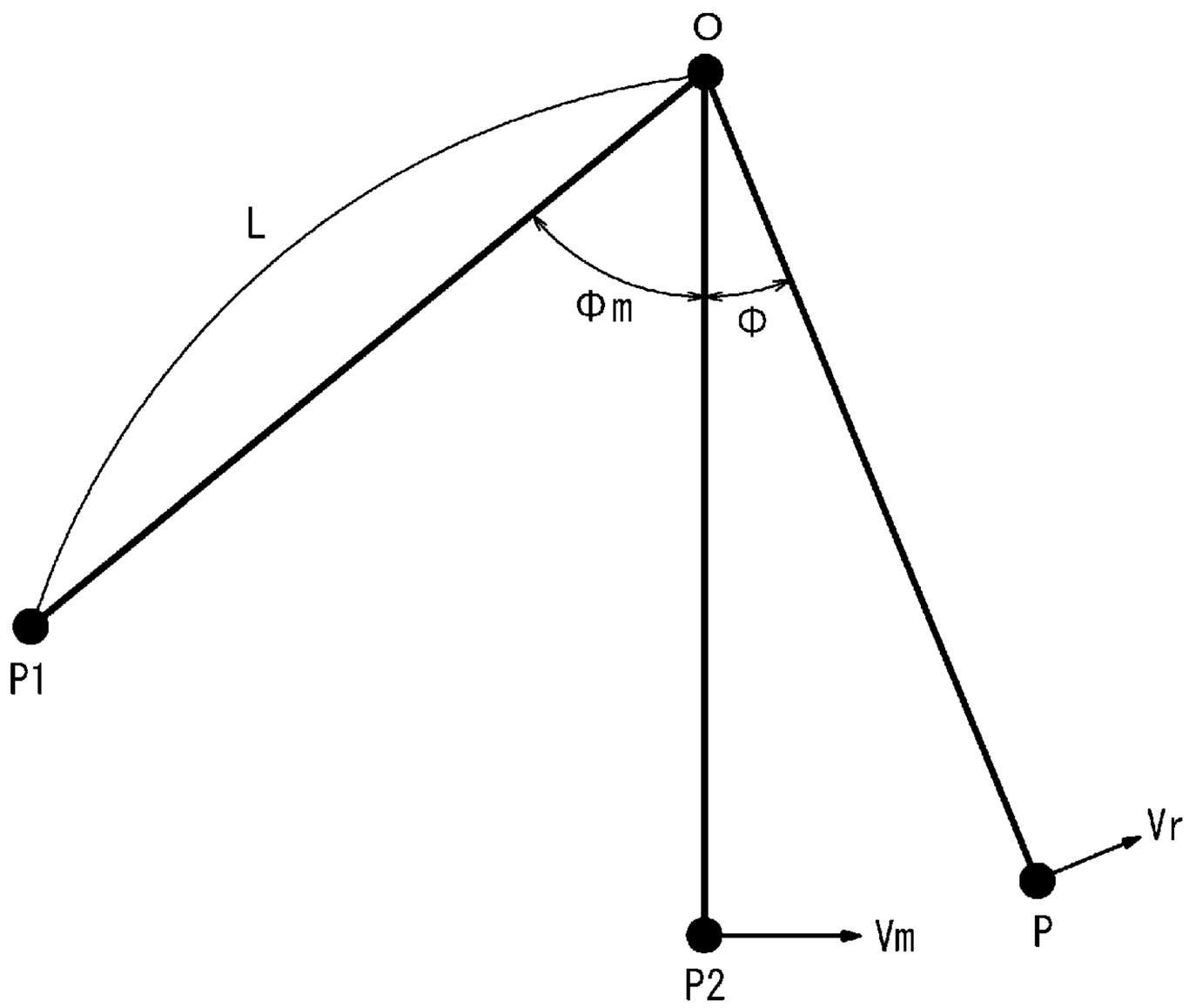
[図10]


t
・・・
レーダ2
c2
サブフレーム2
レーダ1
c1
・・・
レーダ3
c6
レーダ2
c5
レーダ1
c4
レーダ3
c3
サブフレーム1
レーダ2
c2
レーダ1
c1
f

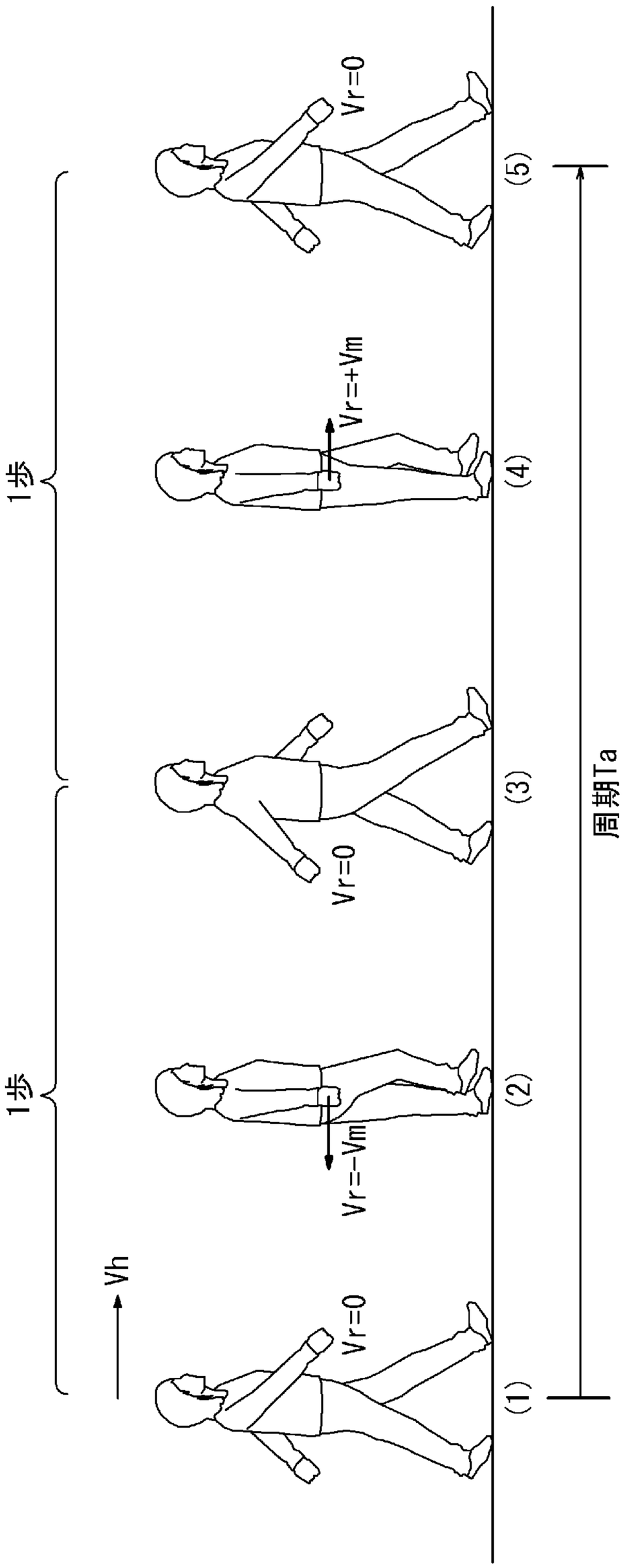
[図11]



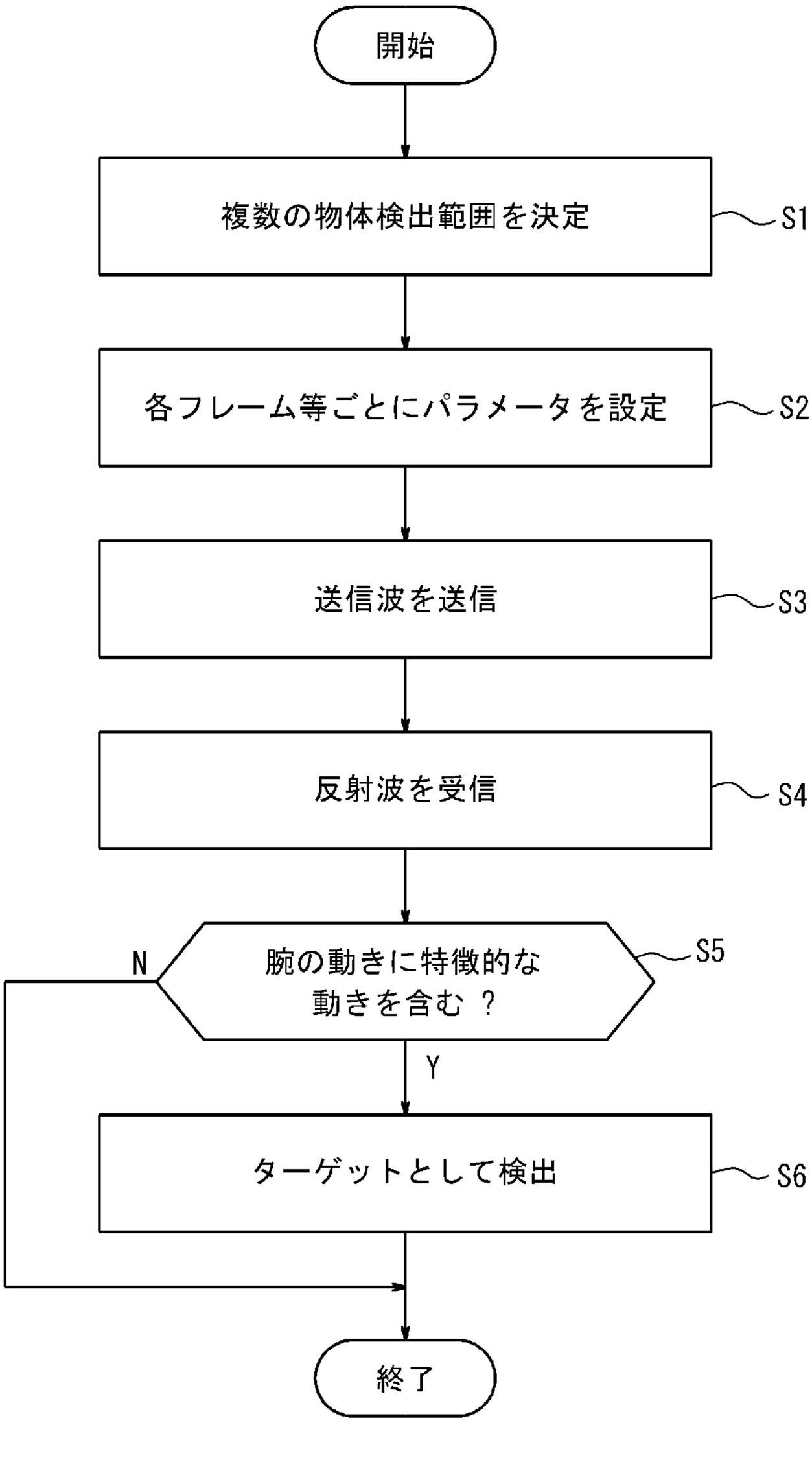
[図12]



[図13]



[図14]


開始
複数の物体検出範囲を決定
S1
各フレーム等ごとにパラメータを設定
S2
送信波を送信
S3
反射波を受信
S4
腕の動きに特徴的な
動きを含む ？
S5
N
Y
ターゲットとして検出
S6
終了

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/044745

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01S 13/931(2020.01)i; G01S 13/34(2006.01)i; G08G 1/16(2006.01)i
FI: G01S13/931; G01S13/34; G08G1/16 C

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)
G01S 7/00 - G01S 7/42, G01S 13/00 - G01S 13/95

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2004-325113 A (SUZUKI MOTOR CORPORATION) 18 November 2004 (2004-11-18) paragraphs [0080]-[0088], [0125]-[0142], fig. 16	1-8, 11-12 9-10
A	DE 102016215102 A1 (CONTI TEMIC MICROELECTRONIC GMBH) 07 December 2017 (2017-12-07) paragraphs [0005]-[0007], [0014]-[0016], [0025], fig. 2	1-12
A	JP 2007-127461 A (CALSONIC KANSEI CORPORATION) 24 May 2007 (2007-05-24) paragraphs [0024]-[0027]	1-12
A	US 2010/0245159 A1 (KRIKORIAN, Kapriel) 30 September 2010 (2010-09-30) paragraphs [0013], [0018]-[0021], fig. 2-3	1-12

☒ 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
27 January 2021 (27.01.2021)	09 February 2021 (09.02.2021)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/044745

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	ABDULLAH, R. S. A. R. et al., "Micro-Doppler Estimation and Analysis of Slow Moving Objects in Forward Scattering Radar System", REMOTE SENSING [online], 06 July 2017, vol. 9, no. 7, article 699, page 23, <DOI:10.3390/rs9070699>, abstract, sections 3.4-4	1-12
A	青柳貴洋 他 (AOYAGI, T. et al.), "シングアラウンド式超音波センサによる人体動作の測定 ("Measurement of human movement by sing-around ultrasonic sensors")", 電子情報通信学会技術研究報告 (IEICE TECHNICAL REPORT [ISSN:0913-5685]), 14 July 2015, vol. 115, no. 152, pp. 49-53, section 5	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/044745

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2004-325113 A	18 Nov. 2004	(Family: none)	
DE 102016215102 A1	07 Dec. 2017	(Family: none)	
JP 2007-127461 A	24 May 2007	(Family: none)	
US 2010/0245159 A1	30 Sep. 2010	US 8102310 B2	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/044745

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01S 13/931(2020.01)i; G01S 13/34(2006.01)i; G08G 1/16(2006.01)i
FI: G01S13/931; G01S13/34; G08G1/16 C

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））

G01S 7/00 - G01S 7/42, G01S 13/00 - G01S 13/95

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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）

JSTPlus (JDreamIII)

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	JP 2004-325113 A (スズキ株式会社) 18.11.2004 (2004-11-18) ＊ [0080]-[0088], [0125]-[0142], 図16 ＊	1-8, 11-12
A		9-10
A	DE 102016215102 A1 (CONTI TEMIC MICROELECTRONIC GMBH) 07.12.2017 (2017-12-07) ＊ [0005]-[0007], [0014]-[0016], [0025] , 図2 ＊	1-12
A	JP 2007-127461 A (カルソニックカンセイ株式会社) 24.05.2007 (2007-05-24) ＊ [0024]-[0027] ＊	1-12
A	US 2010/0245159 A1 (KRIKORIAN, KAPRIEL) 30.09.2010 (2010-09-30) ＊ [0013], [0018]-[0021], 図2-3 ＊	1-12
A	ABDULLAH, R. S. A. R. et al., “Micro-Doppler Estimation and Analysis of Slow Moving Objects in Forward Scattering Radar System”, REMOTE SENSING [online], 2017.07.06, Volume 9, Number 7, Article 699, 23 Pages, <DOI:10.3390/rs9070699> ＊ 要約, 第 3.4 節 - 第 4 節 ＊	1-12

☑ 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抵触するものではなく、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
27.01.2021	09.02.2021

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）

高場　正光 2S 2910

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/044745

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	青柳貴洋 他（AOYAGI, T. et al.），“シングアラウンド式超音波センサによる人体動作の測定（Measurement of human movement by sing-around ultrasonic sensors）”，電子情報通信学会技術研究報告（IEICE TECHNICAL REPORT [ISSN:0913-5685]），2015.07.14, Volume 115, Number 152, Pages 49-53 ＊ 第 5 節 ＊	1-12

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/044745

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2004-325113	A	18.11.2004	（ファミリーなし）			
DE	102016215102	A1	07.12.2017	（ファミリーなし）			
JP	2007-127461	A	24.05.2007	（ファミリーなし）			
US	2010/0245159	A1	30.09.2010	US	8102310	B2	