

(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
2023年4月6日(06.04.2023)



(10) 国際公開番号

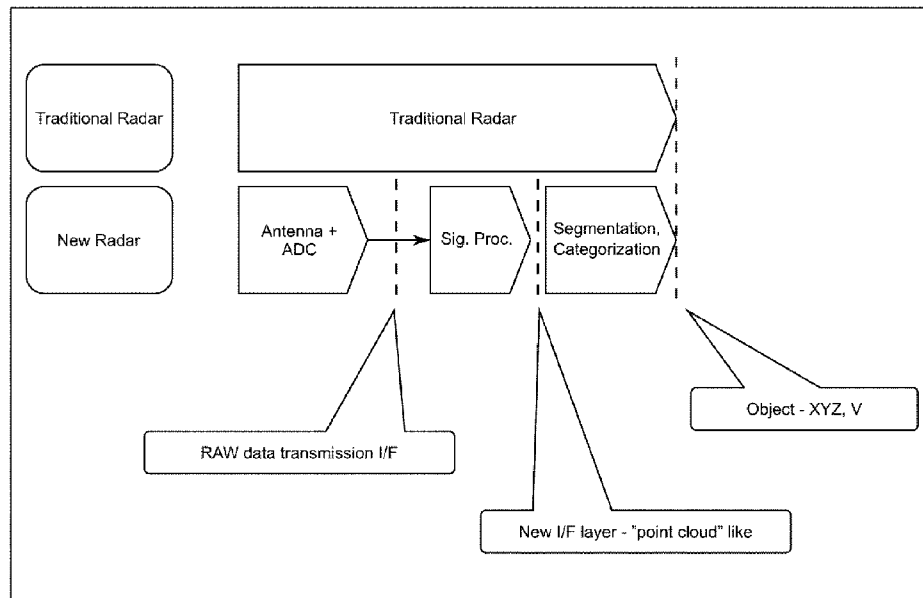
WO 2023/054361 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 13/34 (2006.01) *G01S 13/86* (2006.01) 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/035948 (72) 発明者: 宮岡 大定 (MIYAOKA Hirosada);
〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 山田 亮佑(YAMADA Ryosuke); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).
- (22) 国際出願日: 2022年9月27日(27.09.2022)
- (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 2021-159435 2021年9月29日(29.09.2021) JP
- (71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014
- (74) 代理人: 西川 孝, 外 (NISHIKAWA Takashi et al.); 〒1700013 東京都豊島区東池袋3丁目9番10号 池袋F Nビル4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: RADAR DEVICE AND DATA OUTPUT METHOD OF RADAR DEVICE

(54) 発明の名称: レーダ装置、及び、レーダ装置のデータ出力方法

FIG.5



(57) Abstract: The present technology relates to a radar device and a data output method of the radar device that can facilitate the use of data in an external processing device. RAW data, immediately after sampling of a received signal from a receiving antenna at a predetermined cycle and A/D conversion of the received signal, is output in a first output data format, point cloud data generated by performing predetermined signal processing on the RAW data is output in a second output data format, and object recognition result data obtained by performing object recognition on the point cloud data

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

is output in a third output data format. However, it can be the case that at least one of the output of RAW data in the first output data format or the output of the point cloud data in the second output data format is executed.

(57) 要約: 本技術は、外部処理装置でのデータの使用が容易となるようにすることができるレーダ装置、及び、レーダ装置のデータ出力方法に関する。受信アンテナからの受信信号を所定周期でサンプリングしてA/D変換した直後のRAWデータが、第1の出力データフォーマットにより出力され、前記RAWデータに対して所定の信号処理を実行して生成された点群データが、第2の出力データフォーマットにより出力され、前記点群データに対して物体認識処理が実行された物体認識結果のデータが、第3の出力データフォーマットにより出力される。ただし、前記RAWデータが前記第1の出力データフォーマットにより出力される場合と、前記点群データが前記第2の出力データフォーマットにより出力される場合とのうちの少なくとも一方が実施される場合であってよい。

明 細 書

発明の名称：レーダ装置、及び、レーダ装置のデータ出力方法 技術分野

[0001] 本技術は、レーダ装置、及び、レーダ装置のデータ出力方法に関し、特に、外部処理装置でのデータの使用が容易になるようにしたレーダ装置、及び、レーダ装置のデータ出力方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、位相情報や振幅情報を含むRAWデータをレーダ装置のストレージに保存できるようにすることが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2021-42989号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 従来のレーダ装置では、レーダ装置で検出されたデータを外部処理装置で使うことが考慮されておらず、他の測定装置とのフュージョンなどでレーダ装置のデータを外部処理装置が使うことが容易ではない。

[0005] 本技術はこのような状況に鑑みてなされたものであり、外部処理装置でのデータの使用が容易となるようにする。

課題を解決するための手段

[0006] 本技術のレーダ装置は、受信アンテナからの受信信号を所定周期でサンプリングしてA/D変換した直後のRAWデータを、第1の出力データフォーマットにより出力する第1インターフェースと、前記RAWデータに対して所定の信号処理を実行して生成された点群データを、第2の出力データフォーマットにより出力する第2インターフェースと、前記点群データに対して物体認識処理が実行された物体認識結果のデータを、第3の出力データフォーマットにより出力する第3インターフェースとのうちの少なくとも前記第1インター

フェース又は前記第2インターフェースを備えるレーダ装置である。

[0007] 本技術のレーダ装置のデータ出力方法は、第1インターフェースと、第2インターフェースと、第3インターフェースとのうちの少なくとも前記第1インターフェース又は前記第2インターフェースを備えるレーダ装置の前記第1インターフェースが、受信アンテナからの受信信号を所定周期でサンプリングしてA/D変換した直後のRAWデータを、第1の出力データフォーマットにより出力し、前記第2インターフェースが、前記RAWデータに対して所定の信号処理を実行して生成された点群データを、第2の出力データフォーマットにより出力し、前記第3インターフェースが、前記点群データに対して物体認識処理が実行された物体認識結果のデータを、第3の出力データフォーマットにより出力するレーダ装置のデータ出力方法である。

[0008] 本技術のレーダ装置及びレーダ装置のデータ出力方法においては、受信アンテナからの受信信号を所定周期でサンプリングしてA/D変換した直後のRAWデータが、第1の出力データフォーマットにより出力され、前記RAWデータに対して所定の信号処理を実行して生成された点群データが、第2の出力データフォーマットにより出力され、前記点群データに対して物体認識処理が実行された物体認識結果のデータが、第3の出力データフォーマットにより出力される。ただし、前記RAWデータが前記第1の出力データフォーマットにより出力される場合と、前記点群データが前記第2の出力データフォーマットにより出力される場合とのうちの少なくとも一方が実施される場合であってよい。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本技術が適用されるレーダ装置の基本的な構成を例示した図である。

[図2]物体の距離の検出を概略的に説明する図である。

[図3]物体の速度の検出を概略的に説明する図である。

[図4]物体の角度の検出を概略的に説明する図である。

[図5]本技術が適用されたレーダ装置が外部装置に出力する検出データの形態を説明する説明図である。

[図6]本技術が適用されたレーダ装置の第1の実施の形態の構成例を示したブロック図である。

[図7]第1の実施の形態のレーダ装置の出力I/F部が出力する検出データ（第1種検出データ）の出力データフォーマットを例示した図である。

[図8]受信アンテナの配列を例示した図である。

[図9]スキャンモード1で使用される送信アンテナの配列を例示した図である。

[図10]スキャンモード2で使用される送信アンテナの配列を例示した図である。

[図11]スキャンモード3で使用される送信アンテナの配列を例示した図である。

[図12]本技術が適用されたレーダ装置の第2の実施の形態の構成例を示したブロック図である。

[図13]本技術が適用されたレーダ装置の第3の実施の形態の構成例を示したブロック図である。

[図14]本技術が適用されたレーダ装置の第2及び第3の実施の形態から出力される第2種検出データ及び第3種検出データの出力データフォーマットを例示した図である。

[図15]第1種検出データの出力データフォーマットにおいて受信アンテナで区分けされたデータ領域を具体的に説明する図である。

[図16]図12のレーダ装置において、FFT部により得られた点群データに対する処理部の具体例を示したブロック図である。

[図17]第2種検出データの出力データフォーマットであって第1形態フォーマットを例示した図である。

[図18]点群データのデータ構造を例示した図である。

[図19]第2種検出データの出力データフォーマットであって第2形態フォーマットを例示した図である。

[図20]第2形態フォーマットにおける「Data」のデータ領域のデータの一例

を示した図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を参照しながら本技術の実施の形態について説明する。

[0011] <レーダ装置の基本構成>

図1は、本技術が適用されるレーダ装置の基本的な構成を例示した図である。

[0012] 図1のレーダ装置11は、電波を発射し、その反射波をとらえることにより、空間に存在する物体（物標）のレーダ装置11に対する距離及び方向（角度）等を検出する装置である。レーダ装置11は、例えば、電波としてミリ波（周波数にして30GHz乃至300GHz）を用いたFMCW（Frequency Modulated Continuous Wave：周波数連続変調）方式のレーダ装置である。ただし、本技術は、FMCW方式以外のレーダ装置であっても適用され得る。

[0013] レーダ装置11は、信号発生部21、送信アンテナ22、受信アンテナ23、ミキサ（ミキシング部）24、及び、ADC（analog to digital converter）25を有する。

[0014] 信号発生部21は、正弦波信号を周波数変調したチャープ信号を生成し、送信アンテナ22及びミキシング部24に供給する。チャープ信号は、例えば、所定周期で、周波数が所定の最小周波数から所定の最大周波数まで連続的（直線的）に変更（掃引）される信号である。例えば、本実施の形態では、チャープ信号は76GHz乃至77GHzで周波数に変更される。

[0015] 送信アンテナ22は、信号発生部21からのチャープ信号を電波（送信波）として空中に放射（送信）する。

[0016] 受信アンテナ23は、送信アンテナ22から送信された後、物体TAで反射して到来する電波（受信波、又は、反射波ともいう）を受信する。受信アンテナ23が受信した受信波は、受信信号としてミキシング部24に供給される。

[0017] 受信アンテナ23は、例えば直線状に配列された複数の受信アンテナ（アレイアンテナ）からなり、図1上では、それらの複数の受信アンテナが1つ

の受信アンテナ23として示されている。複数の受信アンテナを明示する場合には、それらを受信アンテナ23-1乃至23-N（Nは受信アンテナの数）として表すこととする。なお、受信アンテナ23は、直線状に配列されたアレイアンテナに限らず、平面状（2次元状）等に配列されたアレイアンテナであってもよい。

[0018] ミキシング部24は、信号発生部21からのチャープ信号と、受信アンテナ23からの受信信号とをミキシング（混合）することにより、IF信号（Intermediate Frequency信号）を生成する。IF信号は、受信信号の周波数とチャープ信号の周波数との差分である差周波数（ビート周波数）を有するビート信号である。ミキシング部24で生成されたIF信号は、ADC25に供給される。なお、ミキシング部24は、受信アンテナ23により得られる受信信号（IF信号）を生成するための受信アンテナ23の構成要素とみなし、受信アンテナ23にはミキシング部24が含まれるとしてもよい。

[0019] ADC25は、ミキシング部24からのIF信号の値を所定のサンプリング周期でサンプリングし、サンプリングした値をアナログ値からデジタル値に変換（A/D変換）する。これにより、IF信号がアナログ信号からデジタル信号に変換（AD変換）される。デジタル信号にA/D変換されたIF信号（RAWデータともいう）は、後段の信号処理部に供給される。

[0020] なお、ADC25から信号処理部には、受信アンテナ23における複数の受信アンテナ23-1乃至23-Nのそれぞれに対応するNチャンネル分のIF信号（RAWデータ）が供給される。レーダ装置11は、受信アンテナ23-1乃至23-Nのそれぞれに対応してNチャンネル分のミキシング部24、及び、ADC25を有する。但し、ミキシング部24、及び、ADC25のいずれか1つ又は複数が、時分割処理により、複数チャンネル分の処理を行う場合であってもよい。ADC25の後段の信号処理部は、レーダ装置11とは別体の外部処理装置である場合であってもよい。

[0021] ADC25からのIF信号を取得した信号処理部では、取得したIF信号に基づいて、例えば、距離スペクトル、速度スペクトル、及び、角度スペクトルを算

出する。距離スペクトルは、レーダ装置 11 により物体の検出が可能な空間範囲の全体であるレーダ装置 11 の走査範囲（測定範囲）において、レーダ装置 11（受信アンテナ 23）から物体が存在する位置までの距離（物体の距離という）を特定する情報である。速度スペクトルは、レーダ装置 11 に対して相対的に移動している物体の相対移動速度（物体の速度という）を特定する情報である。角度スペクトルは、レーダ装置 11 の走査範囲において、レーダ装置 11 に対して物体が存在する位置の方向（物体の角度という）を特定する情報である。なお、本明細書において、物体という用語は、名称が付されているような一体的な物としての物体の全体を示す意味で用いる場合と、そのような一体的な物としての物体であるか否かにかかわらず、空間に存在する任意の物体の部分を示す意味で用いる場合とがある。主に後者の意味で用いることとし、前者の意味として用いる場合に疑義が生じるようなときには、一体物としての物体等ということとする。

[0022] 距離スペクトル、速度スペクトル、及び、角度スペクトルはそれぞれIF信号に対するFFT（高速フーリエ変換）処理により算出される。距離スペクトルを算出するためのFFTを距離FFTといい、速度スペクトルを算出するためのFFTを速度FFTといい、角度スペクトルを算出するためのFFTを角度FFTということとする。このとき、距離FFT、速度FFT、及び、角度FFTは、具体的にはそれぞれ次のような処理である。

[0023] 距離FFTは、ADC 25 からのIF信号に対して、時間領域表現（時間 t を変数とする関数での表現）から周波数領域表現（周波数を変数とする関数での表現）への周波数変換を行うFFT（高速フーリエ変換）である。距離FFTは、例えば、各受信アンテナ 23-1 乃至 23-N に対応した各チャンネルのIF信号に対して実行される。これにより、各チャンネルのIF信号に含まれる周波数成分を表すスペクトル信号（距離スペクトル）が算出される。距離スペクトルは、レーダ装置 11 の走査範囲に存在する物体の距離に対応した周波数で高い強度を示す。したがって、距離スペクトルに基づいてレーダ装置 11 の走査範囲に存在する物体の距離が検出される。ここで、物体の距離の検出を概略

的に説明すると次のようになる。図2に示すように例えば周波数が時間的に変化する波形の電波が物体に照射される。このとき、その電波を送信アンテナ22から送信した時刻（電波送信時刻）から、物体で反射した電波を受信アンテナ23で受信した時刻（電波受信時刻）までの電波の伝搬時間に基づく物体の距離が、時間的に変化する波形を利用して検出される。物体の距離は、繰り返し送信される同一波形のチャープ信号ごとに繰り返し検出される。

[0024] 速度FFTは、距離FFTにより得られた距離スペクトルのデータにおいて、同一距離（同一周波数）に対するデータを時系列順に並べた成分信号に対して、時間領域表現から周波数領域表現への周波数変換を行うFFTである。速度FFTは、例えば、各受信アンテナ23-1乃至23-Nに対応した各チャンネルのIF信号に対して、それぞれ、所定周期分（M周期分）のチャープ信号に対応したIF信号を1セット分のIF信号として、1セット分のIF信号ごとに行われる。M周期分のチャープ信号に対応したIF信号とは、受信アンテナ23及びミキシング部24により得られるIF信号のうち、送信アンテナ22からのM周期分のチャープ信号の送信により得られるIF信号を表し、Mチャープ・フレーム分のIF信号ともいう。1セット分のIF信号は、Mチャープ・フレーム分のIF信号である。距離FFTは、1チャープ・フレーム分のIF信号ごとに行われるので、1セット分のIF信号に対して距離FFTが行われると、Mチャープ・フレーム分の距離スペクトルのデータが、1セット分の距離スペクトルのデータとして得られる。速度FFTでは、それらの1セット分の距離スペクトルのデータにおいて、同一距離（同一周波数）に対するM個分のデータを時系列順に並べた成分信号（距離スペクトルの時間的成分信号という）に対してFFTによる周波数変換が行われる。これにより、各チャンネルの距離スペクトルの時間的成分信号に含まれる周波数成分を表すスペクトル信号（速度スペクトル）が算出される。速度スペクトルは、物体との相対速度に対応する周波数で高い強度を示す。したがって、速度スペクトルに基づいて物体との相対速度が検出される。ここで、物体との相対速度の検出を概略的に説明すると次

のようになる。図3に示すように、図2と同様に周波数が時間的に変化する波形の電波が物体に繰り返し照射される。このとき、物体で反射した電波が受信アンテナ23で繰り返し受信され、それらの繰り返し受信された電波の波形に基づいて物体との相対速度が検出される。

[0025] 角度FFTは、複数の受信アンテナ23-1乃至23-Nに対応する各チャンネルのIF信号に対する距離FFTにより得られた各チャンネルの距離スペクトルのデータを用いたFFTである。具体的には、角度FFTでは、各チャンネルの距離スペクトルのデータにおいて、同一距離（同一周波数）に対するN個分のデータを、それぞれに対応する受信アンテナ23-1乃至23-Nの位置での値として空間的に並べた成分信号（距離スペクトルの空間的成分信号という）に対して、FFTによる空間領域表現から周波数領域表現への周波数変換が行われる。これにより、距離スペクトルの空間的成分信号に含まれる周波数成分を表すスペクトル信号（角度スペクトル）が算出される。角度スペクトルは、物体の角度に対応する周波数で高い強度を示す。したがって、角度スペクトルに基づいて物体の角度が検出される。ここで、物体の角度の検出を概略的に説明すると次のようになる。図4に示すように、図2と同様に周波数が時間的に変化する波形の電波が物体に照射される。このとき、物体で反射した電波が受信アンテナ23-1乃至23-Nで受信され、それらの受信された電波の波形に基づいて物体の角度が検出される。

[0026] 速度FFTや角度FFTは、距離スペクトルにより物体が存在すると判定される距離に対する距離スペクトルの時間的成分信号又は空間的成分信号に対してのみ行われる場合であってもよい。

[0027] 図5は、本技術が適用されたレーダ装置11が外部装置（外部処理装置）に出力する検出データの形態を説明する説明図である。図5において、“Traditional Radar”と“New Radar”とはそれぞれ一般的なレーダ装置（従来のレーダ装置）と本技術が適用されるレーダ装置11とを示す。一般的なレーダ装置では、一体物としての物体ごとの種類、位置（位置座標）、及び、速度のデータが検出データとして外部装置に出力される。ここで一体物として

の物体とは、自動車に搭載されたレーダ装置を想定した場合、自動車（乗用車）、歩行者、バス等の物体認識の技術で認識される種類の物体を意味する。

[0028] 本技術が適用されるレーダ装置 11 としては、3通りの種類の検出データを出力する第1乃至第3の実施の形態が考えられる。レーダ装置 11 の第1の実施の形態では、図1の受信アンテナ 23 で受信されてADC 25 から出力されるRAWデータ（サンプリング及びA/D変換されたIF信号のデータ）が第1種検出データ（RAW data）として外部装置に出力される。

[0029] レーダ装置 11 の第2の実施の形態では、ADC 25 から出力されたRAWデータに基づいて、距離FFT、速度FFT、及び、角度FFTにより得られた点群データ（後述）が第2種検出データ（point cloud）として出力される。レーダ装置 11 の第3の実施の形態では、距離FFT、速度FFT、及び、角度FFTにより得られた点群データに基づいて、物体認識により得られた一体物としての物体の種類、位置、及び、速度のデータが第3種検出データとして出力される。第3種検出データは、一般的なレーダ装置と同様である。

[0030] ここで、一般的なレーダ装置（従来のレーダ装置）では、検出データとして、物体認識の結果（物体の種類、位置、及び、速度）が外部装置に出力されている。具体的には、受信アンテナが電波を受信し、A/D変換及びFFTが実行されることで点群データが生成され、その点群データの分類等を行うことで物体認識処理が行われ、物体認識結果が外部装置に出力される。

[0031] 近年、異なるセンサデータを統合するセンサーフュージョンが着目されている。センサーフュージョンは、レイトフュージョンとアーリーフュージョンとで大きく2つに分けることができる。レイトフュージョンとは、例えば、カメラ（撮像装置）の撮像画像を用いて実行した物体認識結果と、レーダ装置を用いて実行した物体認識結果をフュージョンし、単独センサでの物体認識よりも高い精度で物体認識するものである。一方、アーリーフュージョンは、センサが単独での物体認識処理を行う前のデータ（RAWデータ等）同士をフュージョンし、フュージョンされたデータを用いて物体認識処理を行う

ものである。この手法は、機械学習を用いた物体認識処理に適している。

[0032] しかしながら、機械学習を用いた認識器（推論モデル）に入力できるような検出データを出力できるレーダ装置が存在せず、その出力データフォーマットも規定されていない。

[0033] 本技術は、レーダ装置から出力される検出データの出力データフォーマットを規定することで、レーダ装置から出力される検出データの外部装置での使用を容易にすることができる。

[0034] <レーダ装置 11 の第 1 の実施の形態>

図 6 は、本技術が適用されたレーダ装置 11 の第 1 の実施の形態の構成例を示したブロック図である。なお、図中、図 1 のレーダ装置 11 と共通する部分には、同一の符号を付してあり、その詳細な説明を省略する。

[0035] 図 6 の第 1 の実施の形態であるレーダ装置 11-1 は、信号発生部 21、送信アンテナ 22、受信アンテナ 23、ミキシング部 24、ADC 25、及び、出力 I/F 部 26-1 を有する。レーダ装置 11-1 の信号発生部 21、送信アンテナ 22、受信アンテナ 23、ミキシング部 24、及び、ADC 25 は、図 1 のレーダ装置 11 における信号発生部 21、送信アンテナ 22、受信アンテナ 23、ミキシング部 24、及び、ADC 25 と共通する。ただし、レーダ装置 11-1 は、出力 I/F 部 26-1 が新たに追加されている点で、図 1 のレーダ装置 11 と相違する。

[0036] 出力 I/F 部 26-1 には、IF 信号を所定周期でサンプリングして A/D 変換された IF 信号（RAW データ）が ADC 25 から供給される。出力 I/F 部 26-1 は、ADC 25 からの RAW データを所定の出力データフォーマットに適応するデータ群に成形して外部装置である信号処理装置 41-1 に出力する。

[0037] 信号処理装置 41-1 は、FFT 部 51、及び、物体認識部 52 を有する。FFT 部 51 は、レーダ装置 11-1 の出力 I/F 部 26-1 から供給された RAW データ（IF 信号）に対して、上述の距離 FFT、速度 FFT、及び、角度 FFT を実行する。これにより、レーダ装置 11-1 の走査範囲に存在する物体の距離、相対速度、及び、角度が検出される。即ち、走査範囲に物体が存在する位置（点

）を表す距離及び角度を示すデータと、物体が存在する位置（点）における物体との相対速度を示すデータとからなる点群データが検出される。点群データは、物体が存在する位置（点）を示す座標値のデータでもある。FFT部51は、検出した点群データを物体認識部52に供給する。

[0038] 物体認識部52は、FFT部51からの点群データに基づいて、物体認識処理（物体分類処理）を行い、一体物としての物体の種類を認識（分類）する。認識され得る物体の種類は、レーダ装置11-1の使用環境等に応じて異なる。例えば、レーダ装置11-1が自動車に搭載される場合には、認識され得る物体の種類としては、自動車、歩行者、バス、信号器、道路標識等の自動車の周辺に存在し得る物体の種類がある。物体認識部52は、認識した物体の種類、位置、及び、速度のデータを後段の不図示の処理部に供給する。後段の処理部での処理は特定の処理に限定されない。

[0039] なお、レーダ装置11-1と信号処理装置41-1との間でのデータ伝送は、有線又は無線のいずれで行われる場合であってもよく、IPなどの所定の通信プロトコルに準拠した通信により行われる場合であってもよい。

[0040] 図7は、レーダ装置11-1の出力I/F部26-1が出力する検出データ（第1種検出データ）の出力データフォーマットを例示した図である。

[0041] 図7において、項目「Frame」には、出力I/F部26-1から出力される検出データが、基本の構成単位であるフレームに区分けされることが示されている。なお、出力I/F部26-1からのデータは、図中、左から右に順に出力される。項目「Frame」において、“Frame N”、“Frame N+1”、“Frame N+2”は、それぞれ、Nを任意の数としてN番目、N+1番目、及び、N+2番目のフレームのデータ領域であることを示す。出力I/F部26-1は、同一構造のデータ列からなるフレームを繰り返し出力する。

[0042] 項目「Frame」の下に項目「Scan(mode)」には、フレームごとに区分けされたデータ領域が更にスキャンモードのデータ領域に区分けされることが示されている。項目「Scan(mode)」において、“Scan1”、“Scan2”、及び、“Scan3”は、それぞれスキャンモード1、2、及び、3のデータ領域であるこ

とを示す。

[0043] (スキャンモードの説明)

ここで、スキャンモードについて説明すると、スキャンモードには、複数種類が存在し、本実施の形態では、スキャンモード1、2、及び、3の3種類とする。各スキャンモードでは、それぞれ、レーダ装置11-1において使用される送信アンテナ22が相違し、レーダ装置11-1の走査範囲が相違する。送信アンテナ22に対して受信アンテナ23は、いずれのスキャンモードでも共通のアンテナが使用される。尚、スキャンモードは3種類に限定されない。

[0044] 図8は、受信アンテナ23の配列を例示した図である。図8において、受信アンテナ23は、例えば上下方向に延びる同一形状の16本のアンテナ71を含む。各アンテナ71は、横方向に等間隔で整列配置され、かつ、上下方向に関して中央位置が揃う位置に配置される。各アンテナ71の横方向の間隔は、例えば、送受信される電波（チャープ信号）の波長 λ に対して2分の1の間隔（ 0.5λ ）である。上述の説明において受信アンテナ23は、複数の受信アンテナ23-1乃至23-Nから構成されることとしたが、図8の16本のアンテナ71が受信アンテナ23-1乃至23-N（Nは16）に対応する。

[0045] スキャンモード1では、送信アンテナ22として例えば図9の送信アンテナ22-1が使用される。図9において、送信アンテナ22-1は、上下方向に延びる同一形状の2本のアンテナ81を含む。2本のアンテナ81は、横方向に所定の間隔で配置され、かつ、上下方向に関して中央位置が揃う位置に配置される。2本のアンテナ81の横方向の間隔は、例えば、送受信される電波の波長 λ に対して8倍の間隔（ 8λ ）であり、図8の受信アンテナ23-1の左右両横に受信アンテナ23-1を挟むようにして配置される。スキャンモード1は、図9の送信アンテナ22-1から電波を送信することで、主に、レーダ装置11-1に対して近距離の範囲を走査範囲とする。

[0046] スキャンモード2では、送信アンテナ22として例えば図10の送信アン

テナ 22-2 が使用される。図 10 において、送信アンテナ 22-2 は、上下方向に延びる同一形状の 3 本のアンテナ 91 と、上下方向に延びる同一形状の 6 本のアンテナ 92 を含む。左側の 3 本のアンテナ 91 は、横方向に 0.5λ 間隔で配置され、かつ、上下方向に関して中央位置が揃う位置に配置される。右側の 6 本のアンテナ 92 は、横方向に 0.5λ 間隔で配置され、かつ、上下方向に関して中央位置が揃う位置に配置される。6 本のアンテナ 92 は、二股に分かれた 2 本で 1 組のアンテナ 92 により構成される。左側の 3 本のアンテナ 91 と右側の 6 本（3 組）のアンテナ 92 とは、それらの中心付近の横方向の間隔が 8λ の間隔を有しており、図 8 の受信アンテナ 23-1 の左右両横に受信アンテナ 23-1 を挟むようにして配置される。スキャンモード 2 は、図 10 の送信アンテナ 22-2 の左側の 3 本のアンテナ 91 と、右側の 6 本のアンテナ 92 とのうちのいずれか一方、又は、両方から電波を送信することで、主に、レーダ装置 11-1 に対してスキャンモード 1 よりも遠距離の範囲を走査範囲とする。

[0047] スキャンモード 3 では、送信アンテナ 22 として例えば図 11 の送信アンテナ 22-3 が使用される。図 11 において、送信アンテナ 22-3 は、上下方向に延びる同一形状の 4 本のアンテナ 101 と 2 本のダミーアンテナ 102 とを含む。2 本のダミーアンテナ 102 は、4 本のアンテナ 101 の左右両横に 1 本ずつ配置される。ダミーアンテナ 102 には給電が行われず、ダミーアンテナ 102 は、4 本のアンテナ 101 の電波の送信状態を揃える作用を有する。4 本のアンテナ 101 と、それらの左右両横の 2 本のダミーアンテナ 102 とは、横方向に 0.5λ 間隔で配置され、かつ、上下方向に関して中央位置が 0.5λ ずつ上側又は下側に偏位する位置に配置される。送信アンテナ 22-3 は、図 8 の受信アンテナ 23-1 の左横、又は、右横に配置される。スキャンモード 3 は、送信アンテナ 22-3 から電波を送信することで、主に、レーダ装置 11-1 に対して他のモードよりも上下方向に走査範囲を拡大する。

[0048] 図 7 において、項目「Scan(mode)」の“Scan1”、“Scan2”、及び、“Sca

n3”は、それぞれスキャンモードがスキャンモード1、2、及び、3で順に切り替えられて取得されたデータのデータ領域であることを示す。

[0049] 項目「Scan(mode)」の下項目「RX Antenna」には、スキャンモードで区分けされたデータ領域が更に受信アンテナのデータ領域に区分けされることが示されている。項目「RX Antenna」において、“RX 1”、“RX 2”、・・・、及び、“RX 16”は、それぞれ受信アンテナ23-1乃至23-16に対応するチャンネル1乃至16により得られたデータのデータ領域であることを示す。受信アンテナ23-1乃至23-16は、図8の16本のアンテナ71のそれぞれに対応する。尚、受信アンテナの本数は16本に限定されない。

[0050] 項目「RX Antenna」の下項目「Chirp」には、受信アンテナで区分けされたデータ領域が更にチャープ信号のデータ領域に区分けされることが示されている。項目「Chirp」において、“Chirp 1”、“Chirp 2”、・・・、及び、“Chirp X”（Xは所定の自然数）は、それぞれ1乃至X周期目のチャープ信号に対して得られたデータのデータ領域であることを示す。1つのチャープ信号群に対応するデータ集合は、複数の送信アンテナそれぞれに対応したチャープ信号のデータにより構成される。例えば、“Chirp 1”のデータ集合には、後述する“TX 1”に対応するチャープ信号のデータや“TX Y”に対応するチャープ信号のデータにより構成される。

[0051] 項目「Chirp」の下項目「TX Antenna」には、チャープ信号で区分けされたデータ領域が更に送信アンテナのデータ領域に区分けされることが示されている。項目「TX Antenna」において、“TX 1”、“TX 2”、・・・、及び、“TX Y”は、それぞれ電波を送信した送信アンテナ22-1乃至22-Y（Yは所定の自然数）に対して得られたデータのデータ領域であることを示す。

[0052] 項目「TX Antenna」の下項目「Detection Data」には、送信アンテナで区分けされたデータ領域が更にサンプリング点（サンプリング時刻）のデータ領域に区分けされることが示されている。項目「Detection Data」におい

て、“Sample 1”、“Sample 2”、・・・、及び、“Sample Z”（Zは所定の自然数）は、それぞれ、IF信号に対してADC 25によりサンプリング及びA/D変換が行われたサンプリング点1乃至Zにおけるデータのデータ領域であることを示す。サンプリング点1乃至Zにおけるデータとは、IF信号に対してADC 25がサンプリング及びA/D変換を行って得られたRAWデータである。RAWデータは例えば16ビットのIデータとQデータと（いわゆるIQデータ）からなる。即ち、IF信号を複素表示した場合の各サンプリング点1乃至Zにおける実部の値がIデータであり、虚部の値がQデータである。

[0053] 出力I/F部26-1は、以上の図7のような出力データフォーマットにより検出データを信号処理装置41-1に出力する。

[0054] 図15は、図7の項目「RX Antenna」の受信アンテナで分けられたデータ領域を具体的に説明する図である。図15には、RAWデータとしてのIQデータが次のようにレーダ装置11-1により得られる場合が例示されている。図15によれば、電波の送信のために“TX 1”及び“TX 2”の2つの送信アンテナが使用される場合が想定され、それらの送信アンテナからの電波を受信するための“RX 1”及び“RX 2”の2つの受信アンテナに着目されている。また、“TX 1”及び“TX 2”の2つの送信アンテナからはそれぞれ“Chirp 1”、“Chirp 2”、及び、“Chirp 3”のチャープ信号が時間をずらして交互に送信される場合が想定される。この場合に、“RX 1”及び“RX 2”の2つの受信アンテナは、“TX 1”及び“TX 2”の2つの送信アンテナのそれぞれから送信されたチャープ信号を受信する。なお、図15において、“RX 1”及び“RX 2”の2つの受信アンテナが受信するチャープ信号の図は、縦軸を周波数として表された模式図であり、実際の受信信号の波形とは異なる。各受信アンテナで受信されたチャープ信号は、チャープ信号を送信した送信アンテナごとの2チャンネル分のチャープ信号に分けられ、チャンネルごとにIF信号が生成される。チャンネルごとのIF信号は、所定周期でサンプリング及びA/D変換されて、“Chirp 1”、“Chirp 2”、及び、“Chirp 3”に対応したチャープ信号ごとに、“Sample 1”、“Sample 2”、・・・、及び、

“Sample Z”のIQデータ（図15中のSample（I,Q）で例示されるサンプリング点でのIQデータ）がRAWデータとして生成される。図15のように生成されたIQデータは、図7の出力データフォーマットでレーダ装置11-1から出力される。例えば、“TX 1”の送信アンテナから送信された“Chirp 1”のチャープ信号を“RX 1”の受信アンテナで受信したことにより生成されたIF信号のIQデータは、図7において、項目「RX Antenna」の“RX 1”のデータ領域で、かつ、項目「Chirp」の“Chirp 1”のデータ領域で、かつ、項目「TX Antenna」の“TX 1”のデータ領域での項目「Detection Data」の“Sample 1”、“Sample 2”、・・・、及び、“Sample Z”のIQデータとして図6のレーダ装置11-1の出力I/F部26-1から出力される。

[0055] 出力データフォーマットを異なる表現で記載すると、以下となる。

- ・ “Sample N”のデータ集合は、複数のIデータとQデータにより構成される。
- ・ “TX N”に対応するチャープ信号のデータ集合は、複数のSampleデータ集合により構成される。
- ・ “Chirp N”のデータ集合は、複数のTXデータ集合により構成される。
- ・ “RX N”のデータ集合は、複数のChirpデータ集合により構成される。
- ・ “Scan N”のデータ集合は、複数のRXデータ集合により構成される。
- ・ “Frame N”のデータ集合は、複数のScanデータ集合により構成される。

[0056] 尚、出力データフォーマットは、上記すべての階層を持つ必要はない。例えば、Scanモードを1つしか持たないレーダ装置の場合、Scanデータ集合の階層がなくても良い。

[0057] <レーダ装置11の第2の実施の形態>

図12は、本技術が適用されたレーダ装置11の第2の実施の形態の構成例を示したブロック図である。なお、図中、図6のレーダ装置11-1と共通する部分には、同一の符号を付してあり、その詳細な説明を省略する。

[0058] 図12の第2の実施の形態であるレーダ装置11-2は、信号発生部21、送信アンテナ22、受信アンテナ23、ミキシング部24、ADC25、FFT

部51、及び、出力I/F部26-2を有する。したがって、レーダ装置11-2は、信号発生部21、送信アンテナ22、受信アンテナ23、ミキシング部24、及び、ADC25を有する点で、図6のレーダ装置11-1と共通する。ただし、レーダ装置11-2は、FFT部51を新たに有する点、及び、出力I/F部26-2を図6の出力I/F部26-1の代わりに有する点で、図6のレーダ装置11-1と相違する。

[0059] レーダ装置11-2におけるFFT部51は、図6の信号処理装置41-1のFFT部51に相当する。即ち、FFT部51は、レーダ装置11-2のADC25から供給されたRAWデータ（IF信号）に対して、上述の距離FFT、速度FFT、及び、角度FFTを実行する。これにより、レーダ装置11-2の走査範囲における距離、速度、及び、角度が検出される。即ち、走査範囲に物体が存在する位置（点）のみならず、走査範囲すべてにおける距離及び角度を示す電波強度データと、走査範囲に物体が存在するか否かに関わらず、走査範囲すべてにおける物体との相対速度（レーダ装置11-2との相対速度）を示す電波強度データとからなる点群データが検出される。つまり、物体が存在する位置（点）における電波強度データは、周囲の電波強度データと比較して相対的に高い値を示し、物体が存在しない位置（点）における電波強度データは、外乱成分程度の低い値を示す。なお、FFT部51は、例えば、ADC25から供給される図7の1つのフレーム分に相当するRAWデータごとに、1つ（1集合）の点群データを検出して出力I/F部26-2に供給する。また、FFT部51は、後述の図16で示すノイズ検出部71等のように距離FFT、速度FFT、及び、角度FFTにより得られたデータに対して付加的な処理を施す処理部を含む場合であってもよい。その場合に、例えば、FFT部51は、物体が存在すると判定される電波強度データが得られた点のみのデータを点群データとして検出する場合であってもよい。従って、点群データは、走査範囲の全ての点（距離、角度、及び、速度）に対する電波強度データを含む場合と、物体が存在すると判定される点（距離、角度、及び、速度）に対する電波強度データのみを含む場合のいずれであってもよい。例えば、図14の第2種検出デー

タ（点群データ）のデータ内容の説明（後述）等において、点群データを物体が存在する点のみのデータに制限するような記載は、点群データを走査範囲の全ての点のデータとする旨の記載として読み替えてもよいし、その逆も場合もあり得る。

[0060] 出力I/F部26-2は、FFT部51からの点群データを第2種検出データとして外部装置である信号処理装置41-1に出力する。

[0061] 信号処理装置41-2は、物体認識部52を有する。物体認識部52は、図6の信号処理装置41-1における物体認識部52と同様に、レーダ装置11-2からの点群データに基づいて、一体物としての物体の種類の認識等を行う。

[0062] なお、レーダ装置11-2と信号処理装置41-2との間でのデータ伝送は、有線又は無線のいずれで行われる場合であってもよく、IPなどの所定の通信プロトコルに準拠した通信により行われる場合であってもよい。レーダ装置11-2は、第2種検出データである点群データを外部装置に出力するだけでなく、第1の実施の形態のレーダ装置11-1と同様に図7の出力データフォーマットに従った第1種検出データ（RAWデータ）を外部装置に出力できるようにしてもよい。この場合に、レーダ装置11-2は、第1種検出データと第2種検出データとのうち、いずれか一方のみを選択的に出力する場合であってもよいし、両方を同時に出力する場合であってもよい。

[0063] <レーダ装置11の第3の実施の形態>

図13は、本技術が適用されたレーダ装置11の第3の実施の形態の構成例を示したブロック図である。なお、図中、図12のレーダ装置11-2と共通する部分には、同一の符号を付してあり、その詳細な説明を省略する。

[0064] 図13の第3の実施の形態であるレーダ装置11-3は、信号発生部21、送信アンテナ22、受信アンテナ23、ミキシング部24、ADC25、FFT部51、物体認識部52、及び、出力I/F部26-3を有する。したがって、レーダ装置11-3は、信号発生部21、送信アンテナ22、受信アンテナ23、ミキシング部24、ADC25、及び、FFT部51を有する点で、図12

のレーダ装置 11-2 と共通する。ただし、レーダ装置 11-3 は、物体認識部 52 を新たに有する点、及び、出力 I/F 部 26-3 を図 12 の出力 I/F 部 26-2 の代わりに有する点で、図 12 のレーダ装置 11-2 と相違する。

[0065] レーダ装置 11-3 における物体認識部 52 は、図 12 の信号処理装置 41-2 の物体認識部 52 に相当する。即ち、物体認識部 52 は、物体認識部 52 は、図 6 の信号処理装置 41-1 における物体認識部 52 と同様に、レーダ装置 11-2 からの点群データに基づいて、一体物としての物体の種類を認識する。物体認識部 52 は、物体の種類の認識とともに、認識した一体物としての物体の位置及び大きさと速度とを点群データに基づいて算出する。例えば、物体の位置としては、一体物としての物体の重心位置等の特定位置を示す直交座標系（XYZ 座標系）における座標値が算出される。物体の大きさとしては、一体物としての物体を包含する矩形の範囲を示す直交座標系（XYZ 座標系）における各軸方向の幅（長さ）が算出される。物体認識部 52 はこれらの認識結果を示す検出データを出力 I/F 部 26-3 に供給する。なお、物体認識部 52 は、FFT 部 51 から 1 つ（1 集合）の点群データが供給されるごとに 1 つ（1 集合）の検出データを算出して出力 I/F 部 26-3 に供給する。

[0066] 出力 I/F 部 26-3 は、物体認識部 52 からの検出データを第 3 種検出データとして外部装置である信号処理装置 41-3 に出力する。

[0067] なお、レーダ装置 11-3 と信号処理装置 41-3 との間でのデータ伝送は、有線又は無線のいずれで行われる場合であってもよく、IP などの所定の通信プロトコルに準拠した通信により行われる場合であってもよい。レーダ装置 11-3 は、第 3 種検出データである物体認識結果を外部装置に出力するだけでなく、第 1 及び第 2 の実施の形態のレーダ装置 11-1 及び 11-2 と同様に図 7 の出力データフォーマットに従った第 1 種検出データ（RAW データ）、及び、第 2 種検出データ（点群データ）を外部装置に出力できるようにしてもよい。この場合に、レーダ装置 11-3 は、第 1 種検出データ、第 2 種検出データ、及び、第 3 種検出データのうち、いずれか 1 つ又は 2 つ

の検出データを選択的に出力する場合であってもよいし、全ての検出データを同時に出力する場合であってもよい。

[0068] 図14は、本技術が適用されたレーダ装置11の第2及び第3の実施の形態（レーダ装置11-2及び11-3）から出力される第2種検出データ及び第3種検出データの出力データフォーマットを例示した図である。

[0069] 図14において、項目「point cloud」の列は、第2の実施の形態のレーダ装置11-2が外部装置に出力する第2種検出データ（点群データ）のデータ内容を表す。第2種検出データ（点群データ）は、物体が存在する各位置（点）についての次の第1データ乃至第4データにより構成される。第1データは、位置を示す距離及び角度を示すデータ（Position）である。第2データは、物体との相対速度を示す直交座標系におけるXYZ各軸方向の相対速度を示すデータ（Velocity）である。第3データは、物体との相対加速度を示す直交座標系におけるXYZ各軸方向の相対加速度を示すデータ（Acceleration）である。相対加速度を示すデータは、相対速度を示すデータの時間変化に基づいて算出され得る。第4データは、物体が存在する位置で反射した電波の受信強度であり、物体が存在する根拠となる信号の強度を示すデータ（Power）である。第4データは、例えば、物体が存在する各位置（距離及び角度）に対応する角度スペクトルの周波数成分の強度を示すデータであってよい。ただし、第2種検出データは、第1データ乃至第4データのうちのいずれか1つ以上により構成される場合であってもよい。

[0070] 項目「Object」の列は、第3の実施の形態のレーダ装置11-3が外部装置に出力する第3種検出データのデータ内容を表す。第3種検出データは、種類が認識された一体物としての各物体についての次の第1データ乃至第8データにより構成される。第1データは、物体の位置を示す直交座標系におけるXYZ座標値を示すデータ（Position）である。第2データは、物体の大きさを示す直交座標系におけるXYZ各軸方向の幅を示すデータ（Size）である。第3データは、物体の角度（方向）を示す直交座標系における方向ベクトルの成分値を示すデータ（Direction）である。第4データは、物体と

の相対速度を示す直交座標系におけるX Y Z各軸方向の相対速度を示すデータ (Velocity) である。第5データは、物体との相対加速度を示す直交座標系におけるX Y Z各軸方向の相対加速度を示すデータ (Acceleration) である。相対加速度を示すデータは、相対速度を示すデータの時間変化に基づいて算出され得る。第6データは、物体が存在する根拠となる信号の強度を示すデータ (Power) である。第7データは、物体を識別する識別情報を示すデータ (ID) である。第8データは、物体の種類を示すデータ (Category) である。ただし、第3種検出データは、第1データ乃至第8データのうちのいずれか1つ以上により構成される場合であってよい。

[0071] <レーダ装置11の第2の実施の形態の詳細>

図16は、レーダ装置11の第2の実施の形態である図12のレーダ装置11-2において、FFT部51により得られた点群データに対する処理部の具体例を示したブロック図である。図中、図12のレーダ装置11-2と共通する部分には、同一の符号を付してあり、その詳細な説明を省略する。

[0072] 図16のレーダ装置11-2は、信号発生部21、送信アンテナ22、受信アンテナ23、ミキシング部24、ADC25、FFT部51、ノイズ検出部71、座標変換部72、データ圧縮部73、及び、出力I/F部26-2を有する。したがって、図16のレーダ装置11-2は、信号発生部21、送信アンテナ22、受信アンテナ23、ミキシング部24、ADC25、FFT部51、及び、出力I/F部26-2を有する点で図12のレーダ装置11-2と共通する。ただし、図16のレーダ装置11-2は、ノイズ検出部71、座標変換部72、及び、データ圧縮部73を新たに有する点で、図12のレーダ装置11-2と相違する。

[0073] 図16のレーダ装置11-2におけるFFT部51は、図12で説明したように、レーダ装置11-2のADC25から供給されたRAWデータ (IF信号) に対して、上述の距離FFT、速度FFT、及び、角度FFTを実行する。これにより、レーダ装置11-2の走査範囲における距離、速度、及び、角度が検出される。即ち、走査範囲に物体が存在する位置 (点) のみならず、走査範囲すべて

における距離及び角度を示す電波強度データと、走査範囲に物体が存在するか否かに関わらず、走査範囲すべてにおける物体との相対速度（レーダ装置 11-2 と物体との相対速度）を示す電波強度データとからなる点群データが検出される。なお、FFT部 51 は、例えば、ADC 25 から供給される図 7 の 1 つのフレーム分に相当する RAW データごとに（かつ、スキャンモードごとに）、1 つ（1 集合）の点群データを検出する。

[0074] ノイズ検出部 71、座標変換部 72、及び、データ圧縮部 73 は、FFT部 51 により検出された点群データに対する処理部の具体例である。レーダ装置 11-2 は、これらのノイズ検出部 71、座標変換部 72、及び、データ圧縮部 73 うちのいずれか 1 つ以上を有する場合であってよいし、いずれも有していない場合であってもよい。

[0075] ノイズ検出部 71 は、FFT部 51 からの点群データに対してノイズ検出処理を実行する。点群データは、図 14 で項目「point cloud」について説明したように、レーダ装置 11-2 の走査範囲に存在する物体の距離、速度、及び、角度（以下、単に位置及び速度ともいう）に対して、受信電波の電波強度に応じた”Power”（以下、単に強度という）のデータを含む。ノイズ検出部 71 は、各位置及び速度での強度がノイズか否かを検出し、ノイズであることが検出された位置及び速度での強度のデータを除去（又は 0）とする。例えば、ノイズ検出部 71 におけるノイズ検出のアルゴリズムとして、対象信号からピーク点を抽出する閾値アルゴリズムである CFAR（Constant False Alarm Rate）が使用され得る。CFAR には、様々な種類があり、ノイズ検出部 71 のノイズ検出で使用される CFAR としては、特定の種類に限定されないが、例えば、CA-CFAR（Cell Averaging Constant False Alarm Rate）がある。CA-CFAR を使用したノイズ検出としては、例えば、次のような処理が行われる。ノイズ検出部 71 は、FFT部 51 から 1 つ（1 集合）の点群データが供給されるごとに、点群データの各位置及び速度を順に着目位置及び速度として着目する。ノイズ検出部 71 は、着目位置及び速度に対して、周辺範囲の位置及び速度での強度に基づく閾値を算出する。周辺範囲の位置及び速度とは、着

目位置に対して第1距離より大きく、第2距離以下で、かつ、着目速度に対して、第1速度差より大きく、第2速度差以下である位置及び速度の範囲を表す。ただし、第1距離は第2距離よりも小さく、第1速度差は第2速度差よりも小さい。閾値としては、着目位置及び速度に対して周辺範囲の位置及び速度での強度の総和に応じた値（強度の平均値等）が算出される。ノイズ検出部71は、着目位置及び速度での強度と閾値とを比較し、着目位置及び速度での強度が、閾値以上の場合には着目位置及び速度での強度はノイズではないと判定し、閾値未満の場合には着目位置及び速度での強度はノイズであると判定する。このようなノイズ検出部71でのノイズ検出処理により、FFT部51により検出された点群データからノイズに相当するデータが除去（無効化）される。なお、このような閾値の設定は、CA-CFARのような特定の方法による場合に限らず、例えば、閾値は、距離に応じた値や既定の固定値等に設定される場合であってもよい。

[0076] 座標変換部72は、FFT部51又はノイズ検出部71からの点群データの各位置及び速度を、各位置の距離及び角度に基づいて極座標系から直交座標系での成分値のデータに座標変換する。なお、位置及び速度のうち、一方のみが直交座標系に変換される場合であってもよい。座標変換部72の座標変換処理は、ノイズ検出部71のノイズ検出処理よりも先に行われる場合であってもよい。

[0077] データ圧縮部73は、FFT部51、ノイズ検出部71、又は、座標変換部72からの点群データに対してデータ圧縮処理を実行してデータ量を低減し、出力IF部26-2に供給する。出力I/F部26-2は、データ圧縮部73からの圧縮された点群データを第2種検出データとして外部装置である信号処理装置41-2に出力する。なお、レーダ装置11-2がデータ圧縮部73を有する場合には、信号処理装置41-2は、レーダ装置11-2からの圧縮された第2種検出データを復号する復号部を有する。

[0078] 以上のノイズ検出部71、座標変換部72、及び、データ圧縮部73のうちいずれかが、図12の第1の実施の形態であるレーダ装置11-1、又は

、図13の第3の実施の形態であるレーダ装置11-3に配置される場合であってもよい。

[0079] (第2種検出データの第1形態フォーマット)

図17は、図16のレーダ装置11-2の出力I/F部26-2が出力する点群データである検出データ(第2種検出データ)の出力データフォーマット(第1形態フォーマット)を例示した図である。第1形態フォーマットは、少なくとも、ノイズ検出部71によりノイズ検出処理が行われない場合であって、図12のレーダ装置11-2の出力I/F部26-2が出力する第2種検出データの出力データフォーマットに該当する。

[0080] 図17において、項目「Frame」には、図7と同様に、出力I/F部26-2から出力される検出データが、基本の構成単位であるフレームに区別されることが示されている。項目「Frame」の下に項目「Scan(mode)」には、図7と同様に、フレームごとに区別されたデータ領域が更にスキャンモードのデータ領域に区別されることが示されている。項目「Scan(mode)」において、“Scan1”、“Scan2”、及び、“Scan3”は、それぞれスキャンモード1、2、及び、3のデータ領域であることを示す。なお、スキャンモードについては図8乃至図11を用いて説明した通りであるので、ここでの説明は省略する。

[0081] 項目「Scan(mode)」の下に項目「Range」には、スキャンモードで区別されたデータ領域が更に距離のデータ領域に区別されることが示されている。項目「Range」において、“Range 1”、“Range 2”、・・・、及び、“Range A”(Aは所定の自然数)は、それぞれに対応する距離における点群データが配置されるデータ領域であることを示す。“Range 1”、“Range 2”、・・・、及び、“Range A”には、それぞれ異なる距離の区間が割り当てられる。例えば、レーダ装置11-2の走査可能な距離の範囲が複数(A個)の区間に分割され、それぞれの区間が“Range 1”、“Range 2”、・・・、及び、“Range A”に対して割り当てられる。

[0082] 項目「Range」の下に項目「Velocity」には、距離で区別されたデータ領

域が更に速度のデータ領域に区分けされることが示されている。項目「Velocity」において、“Velocity 1”、“Velocity 2”、・・・、及び、“Velocity B”（Bは所定の自然数）は、それぞれに対応する速度における点群データが配置されるデータ領域であることを示す。“Velocity 1”、“Velocity 2”、・・・、及び、“Velocity B”には、それぞれ異なる速度の区間が割り当てられる。例えば、レーダ装置 11-2 と物体との相対速度の範囲が複数（B個）の区間に分割され、それぞれの区間が“Velocity 1”、“Velocity 2”、・・・、及び、“Velocity B”に対して割り当てられる。なお、FFT部 51 の速度FFTにより得られる速度は、物体が存在する位置（点）とレーダ装置 11-2 とを結ぶ方向への相対速度である。図 14 では、点群データの速度は、直交座標系の X Y Z 各軸方向の速度（X Y Z 成分）で表されることとした。その場合には、レーダ装置 11-2 が、図 16 の座標変換部 72 を有し、座標変換部 72 が、速度FFTにより得られた速度（物体とレーダ装置 11-2 との創隊速度）を座標変換して直交座標系の X Y Z 各軸方向の速度を算出する。また、この場合に、項目「Velocity」のデータ領域は、X Y Z 成分ごとのデータ領域に階層化されるようにしてもよい。

[0083] 項目「Velocity」の下項目「Angle」には、速度で区分けされたデータ領域が更に角度のデータ領域に区分けされることが示されている。項目「Angle」において、“Angle 1”、“Angle 2”、・・・、及び、“Angle C”（Cは所定の自然数）は、それぞれに対応する角度における点群データが配置されるデータ領域であることを示す。“Angle 1”、“Angle 2”、・・・、及び、“Angle C”には、それぞれ異なる角度の区間が割り当てられる。例えば、レーダ装置 11-2 の走査可能な角度の範囲が複数（C個）の区間に分割され、それぞれの区間が“Angle 1”、“Angle 2”、・・・、及び、“Angle C”に対して割り当てられる。

[0084] 項目「Angle」の下項目「Data」には、角度で区分けされたデータ領域が更に強度及び加速度のデータのデータ領域に区分けされることが示されている。このデータ領域には、“Power”（強度）と“Acceleration”（加速度）

とのデータが配置される。加速度のデータは、フレーム間での速度の変化に基づいて算出され得るが、点群データに含まれていない場合であってもよい。また、加速度のデータについても、図16の座標変換部72により直交座標系の成分値のデータに変換される場合であってもよい。

[0085] ここで、点群データのデータ構造は、図18の“Radar Cube”より表現され得る。図18において、縦方向（上下方向）が「Range」（距離）を表し、横方向（左右方向）が、「Velocity」（速度）を表し、奥行方向（前後方向）が「Angle」（角度）を表す。「Range」（距離）は、図17の“Range 1”、“Range 2”、・・・、及び、“Range A”に相当する区間で分割され、「Velocity」（速度）は、図17の“Velocity 1”、“Velocity 2”、・・・、及び、“Velocity B”に相当する区間で分割され、「Angle」（角度）は、図17の“Angle 1”、“Angle 2”、・・・、及び、“Angle C”に相当する区間に分割される。これにより、“Radar Cube”は、上下方向、左右方向、及び、前後方向に1区間分ずつの長さを有するボックスに分割され、各ボックスには、“Power”（強度）と“Acceleration”（加速度）とのデータが対応付けられる。図17の第1形態フォーマットは、図18の“Radar Cube”の各ボックスの強度と加速度のデータを1フレーム内で順に出力するフォーマットである。

[0086] （第2種検出データの第2形態フォーマット）

図19は、図16のレーダ装置11-2の出力I/F部26-2が出力する点群データである検出データ（第2種検出データ）の出力データフォーマット（第2形態フォーマット）を例示した図である。第2形態フォーマットは、少なくとも、ノイズ検出部71によりノイズ検出処理が行われる場合に出力I/F部26-2が出力する第2種検出データの出力データフォーマットに該当する。

[0087] 図19において、項目「Frame」と、項目「Frame」の下の項目「Scan(mode)」とは、図17と同じであるので説明を省略する。

[0088] 項目「Scan(mode)」の下の項目「Detection」には、スキャンモードで区分

けされたデータ領域が更に検出点ごとのデータ領域に区分けされることが示されている。項目「Detection」において、“Detection 1”、“Detection 2”、・・・、及び、“Detection X”（Xは所定の自然数）は、それぞれに対応する検出点に存在する物体に関する点群データが配置されるデータ領域であることを示す。検出点に存在する物体に関する点群データとは、図16のノイズ検出部71によりノイズではないと判定された位置（距離及び角度）、速度、強度、及び、加速度のデータである。図18の“Radar Cube”においては各ボックスが検出点に相当し、検出点に存在する物体に関する点群データとは、各ボックスのうち、ノイズではないと判定された強度を有するボックスを特定するデータ（位置及び速度のデータ）とそのボックスに対応付けされた強度及び加速度のデータである。ノイズではないと判定された強度を有するボックス（検出点）は、“Detection 1”、“Detection 2”、・・・、及び、“Detection X”に対して割り当てられる。

[0089] 項目「Detection」の下項目「Data」には、検出点ごとに区分けされたデータ領域が更に距離、速度、角度、強度、及び、加速度のデータ領域に区分けされることが示されている。各検出点のデータ領域には、“Range bin”（距離）、“Velocity bin”（速度）、“Angle bin”（角度）、“Power”（強度）、及び、“Acceleration”（加速度）のデータが配置される。“Range bin”（距離）のデータ領域には、レーダ装置11-2の走査可能な距離の範囲を複数の区間に分割して各区間に番号を付与した場合において、検出点の距離に対応する区間の番号を示すデータが配置される。“Velocity bin”（速度）のデータ領域には、レーダ装置11-2との物体との相対速度を複数（B個）の区間に分割して各区間に番号を付与した場合において、検出点の速度に対応した区間の番号のデータが配置される。“Angle bin”（角度）のデータ領域には、レーダ装置11-2の走査可能な角度の範囲を複数の区間に分割して各区間に番号を付与した場合において、検出点の角度に対応した区間の番号のデータが配置される。“Power”（強度）、及び、“Acceleration”（加速度）のデータ領域には、それぞれ、検出点の強度及び加速度のデー

タが配置される。

[0090] 図20は、項目「Data」のデータ領域に配置される“Range bin”（距離）、“Velocity bin”（速度）、“Angle bin”（角度）、“Power”（強度）、及び、“Acceleration”（加速度）のデータの一例を示す。図20において、“Detection 1”、“Detection 2”、・・・、及び、“Detection X”のそれぞれのデータ領域に配置されるデータが行方向に示されている。例えば、“Detection 1”のデータ領域には、“Range bin”（距離）のデータが10、“Velocity bin”（速度）のデータが13、“Angle bin”（角度）のデータが5、“Power”（強度）のデータが−40.2（dB）、“Acceleration”（加速度）のデータが0.12（m/s）として配置される。

[0091] 以上の図17乃至図20を用いて説明した第2種検出データの出力データフォーマットにおいて、各フレームにおける各データ領域についての種類、数（データ数等）、ビット長等のデータ構造を特定する構造情報をヘッダ情報等として、点群データと共に第2種検出データに含めるようにしてもよい。構造情報が各フレームで共通の場合には、レーダ装置11-2と信号処理装置41-2とが事前にその構造情報を所持しておくことで、第2種検出データに構造情報を含めることを不要としてもよい。また、各フレームにおける構造情報が共通となるように、データ数等を制限してもよい。例えば、図19の第2形態フォーマットにおいて、ノイズではないと判定される検出点の数は、フレームごとに変化し得る。この場合に、強度の高い検出点のデータが優先的に第2種検出データに含められるようにして、第2種検出データに含められる検出点の数がフレームにかかわらず一定となるようにしてもよい。なお、第2種検出データには、点群データを取得した時刻を示す時刻情報等の任意の情報が含まれる場合であってもよい。

[0092] 本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

受信アンテナからの受信信号を所定周期でサンプリングしてA/D変換した直後のRAWデータを、第1の出力データフォーマットにより出力する第1インタ

ーフェースと、

前記RAWデータに対して所定の信号処理を実行して生成された点群データを、第2の出力データフォーマットにより出力する第2インターフェースと、

前記点群データに対して物体認識処理が実行された物体認識結果のデータを、第3の出力データフォーマットにより出力する第3インターフェースとのうちの少なくとも前記第1インターフェース又は前記第2インターフェースを備える

レーダ装置。

(2)

前記第1の出力データフォーマットは、前記RAWデータとしてIQデータを含む

前記(1)に記載のレーダ装置。

(3)

前記第1の出力データフォーマットは、送信アンテナから周期的に出力されるチャープ信号の1周期分の前記チャープ信号に対して得られる前記RAWデータに区分ける

前記(1)又は(2)に記載のレーダ装置。

(4)

前記受信アンテナは複数のアンテナを有し、

前記第1の出力データフォーマットは、前記複数のアンテナのそれぞれの前記受信信号に対する所定周期分のサンプリングで得られた前記RAWデータを前記アンテナで区分ける

前記(1)乃至(3)のいずれかに記載のレーダ装置。

(5)

前記受信アンテナは複数のアンテナを有し、

前記第1の出力データフォーマットは、前記複数のアンテナのそれぞれにより複数周期分の前記チャープ信号に対して得られる前記RAWデータを前記アンテナで区分ける

前記（３）に記載のレーダ装置。

（６）

送信アンテナが異なる複数のスキャンモードを有し、

前記第１の出力データフォーマットは、所定周期分のサンプリングで得られた前記RAWデータを前記スキャンモードで区分ける

前記（１）乃至（５）のいずれかに記載のレーダ装置。

（７）

送信アンテナが異なる複数のスキャンモードを有し、

前記第１の出力データフォーマットは、前記複数のスキャンモードのそれぞれにより複数周期分の前記チャープ信号に対して得られる前記RAWデータを前記スキャンモードで区分ける

前記（３）に記載のレーダ装置。

（８）

送信アンテナが異なる複数のスキャンモードを有し、

前記第１の出力データフォーマットは、前記複数のスキャンモードのそれぞれにより複数周期分の前記チャープ信号に対して得られる前記RAWデータを前記スキャンモードで区分けるとともに、前記スキャンモードで区分けされた前記RAWデータを前記アンテナで区分ける

前記（５）に記載のレーダ装置。

（９）

前記第２インターフェースは、前記RAWデータに対して前記信号処理としてFFT処理を実行して生成された前記点群データを、前記第２の出力データフォーマットにより出力する

前記（１）乃至（８）のいずれかに記載のレーダ装置。

（１０）

前記第２の出力データフォーマットは、物体が存在する位置を示す位置データを含む

前記（１）乃至（９）のいずれかに記載のレーダ装置。

(11)

前記第2の出力データフォーマットは、前記物体が存在する位置の距離及び方向を示すデータを前記位置データとする

前記(10)に記載のレーダ装置。

(12)

前記第2の出力データフォーマットは、物体が存在する位置の前記物体との相対速度を示す速度データを含む

前記(1)乃至(11)のいずれかに記載のレーダ装置。

(13)

前記第2の出力データフォーマットは、物体が存在する位置の前記物体との相対加速度を示す加速度データを含む

前記(1)乃至(12)のいずれかに記載のレーダ装置。

(14)

前記第2の出力データフォーマットは、物体が存在する位置で反射した電波の受信強度を示すデータを含む

前記(1)乃至(13)のいずれかに記載のレーダ装置。

(15)

前記点群データに対してノイズを除去するノイズ検出部を有し、

前記第2インターフェースは、前記ノイズが除去された前記点群データを、第2の出力データフォーマットにより出力する

前記(1)乃至(14)のいずれかに記載のレーダ装置。

(16)

前記ノイズ検出部は、CFAR (Constant False, Alarm Rate) 処理を用いる

前記(15)に記載のレーダ装置。

(17)

前記第2の出力データフォーマットは、閾値以上の前記受信強度を示すデータのみを含む

前記(14)に記載のレーダ装置。

(18)

前記閾値は、前記電波が反射した位置に応じて変更される

前記(17)に記載のレーダ装置。

(19)

第1位置で反射した前記電波の前記受信強度と比較する前記閾値は、前記第1位置の周辺の位置で反射した前記電波の前記受信強度に基づいて算出される

前記(18)に記載のレーダ装置。

(20)

第1インターフェースと、第2インターフェースと、第3インターフェースと

のうちの少なくとも前記第1インターフェース又は前記第2インターフェースを備える

レーダ装置の

前記第1インターフェースが、受信アンテナからの受信信号を所定周期でサンプリングしてA/D変換した直後のRAWデータを、第1の出力データフォーマットにより出力し、

前記第2インターフェースが、前記RAWデータに対して所定の信号処理を実行して生成された点群データを、第2の出力データフォーマットにより出力し、

前記第3インターフェースが、前記点群データに対して物体認識処理が実行された物体認識結果のデータを、第3の出力データフォーマットにより出力する

レーダ装置のデータ出力方法。

符号の説明

[0093] 11, 11-1乃至11-3 レーダ装置, 21 信号発生部, 22 送信アンテナ, 23 受信アンテナ, 24 ミキシング部, 26-1乃至26-3 出力I/F部, 41-1乃至41-3 信号処理装置, 5

1 FFT部, 5 2 物体認識部, 7 1 ノイズ検出部, 7 2 座標変換部, 7 3 データ圧縮部

請求の範囲

- [請求項1] 受信アンテナからの受信信号を所定周期でサンプリングしてA/D変換した直後のRAWデータを、第1の出力データフォーマットにより出力する第1インターフェースと、
- 前記RAWデータに対して所定の信号処理を実行して生成された点群データを、第2の出力データフォーマットにより出力する第2インターフェースと、
- 前記点群データに対して物体認識処理が実行された物体認識結果のデータを、第3の出力データフォーマットにより出力する第3インターフェースとのうちの少なくとも前記第1インターフェース又は前記第2インターフェースを備える
- レーダ装置。
- [請求項2] 前記第1の出力データフォーマットは、前記RAWデータとしてIQデータを含む
- 請求項1に記載のレーダ装置。
- [請求項3] 前記第1の出力データフォーマットは、送信アンテナから周期的に出力されるチャープ信号の1周期分の前記チャープ信号に対して得られる前記RAWデータに区分ける
- 請求項1に記載のレーダ装置。
- [請求項4] 前記受信アンテナは複数のアンテナを有し、
- 前記第1の出力データフォーマットは、前記複数のアンテナのそれぞれの前記受信信号に対する所定周期分のサンプリングで得られた前記RAWデータを前記アンテナで区分ける
- 請求項1に記載のレーダ装置。
- [請求項5] 前記受信アンテナは複数のアンテナを有し、
- 前記第1の出力データフォーマットは、前記複数のアンテナのそれぞれにより複数周期分の前記チャープ信号に対して得られる前記RAWデータを前記アンテナで区分ける

請求項 3 に記載のレーダ装置。

[請求項6]

送信アンテナが異なる複数のスキャンモードを有し、

前記第 1 の出力データフォーマットは、所定周期分のサンプリングで得られた前記RAWデータを前記スキャンモードで区分ける

請求項 1 に記載のレーダ装置。

[請求項7]

送信アンテナが異なる複数のスキャンモードを有し、

前記第 1 の出力データフォーマットは、前記複数のスキャンモードのそれぞれにより複数周期分の前記チャープ信号に対して得られる前記RAWデータを前記スキャンモードで区分ける

請求項 3 に記載のレーダ装置。

[請求項8]

送信アンテナが異なる複数のスキャンモードを有し、

前記第 1 の出力データフォーマットは、前記複数のスキャンモードのそれぞれにより複数周期分の前記チャープ信号に対して得られる前記RAWデータを前記スキャンモードで区分けるとともに、前記スキャンモードで区分けされた前記RAWデータを前記アンテナで区分ける

請求項 5 に記載のレーダ装置。

[請求項9]

前記第 2 インターフェースは、前記RAWデータに対して前記信号処理としてFFT処理を実行して生成された前記点群データを、前記第 2 の出力データフォーマットにより出力する

請求項 1 に記載のレーダ装置。

[請求項10]

前記第 2 の出力データフォーマットは、物体が存在する位置を示す位置データを含む

請求項 1 に記載のレーダ装置。

[請求項11]

前記第 2 の出力データフォーマットは、前記物体が存在する位置の距離及び方向を示すデータを前記位置データとする

請求項 10 に記載のレーダ装置。

[請求項12]

前記第 2 の出力データフォーマットは、物体が存在する位置の前記物体との相対速度を示す速度データを含む

請求項 1 に記載のレーダ装置。

[請求項13] 前記第 2 の出力データフォーマットは、物体が存在する位置の前記物体との相対加速度を示す加速度データを含む

請求項 1 に記載のレーダ装置。

[請求項14] 前記第 2 の出力データフォーマットは、物体が存在する位置で反射した電波の受信強度を示すデータを含む

請求項 1 に記載のレーダ装置。

[請求項15] 前記点群データに対してノイズを除去するノイズ検出部を有し、
前記第 2 インターフェースは、前記ノイズが除去された前記点群データを、第 2 の出力データフォーマットにより出力する

請求項 1 に記載のレーダ装置。

[請求項16] 前記ノイズ検出部は、CFAR (Constant False. Alarm Rate) 処理を用いる

請求項 1 5 に記載のレーダ装置。

[請求項17] 前記第 2 の出力データフォーマットは、閾値以上の前記受信強度を示すデータのみを含む

請求項 1 4 に記載のレーダ装置。

[請求項18] 前記閾値は、前記電波が反射した位置に応じて変更される

請求項 1 7 に記載のレーダ装置。

[請求項19] 第 1 位置で反射した前記電波の前記受信強度と比較する前記閾値は、前記第 1 位置の周辺の位置で反射した前記電波の前記受信強度に基づいて算出される

請求項 1 8 に記載のレーダ装置。

[請求項20] 第 1 インターフェースと、第 2 インターフェースと、第 3 インターフェースと

のうちの少なくとも前記第 1 インターフェース又は前記第 2 インターフェースを備える

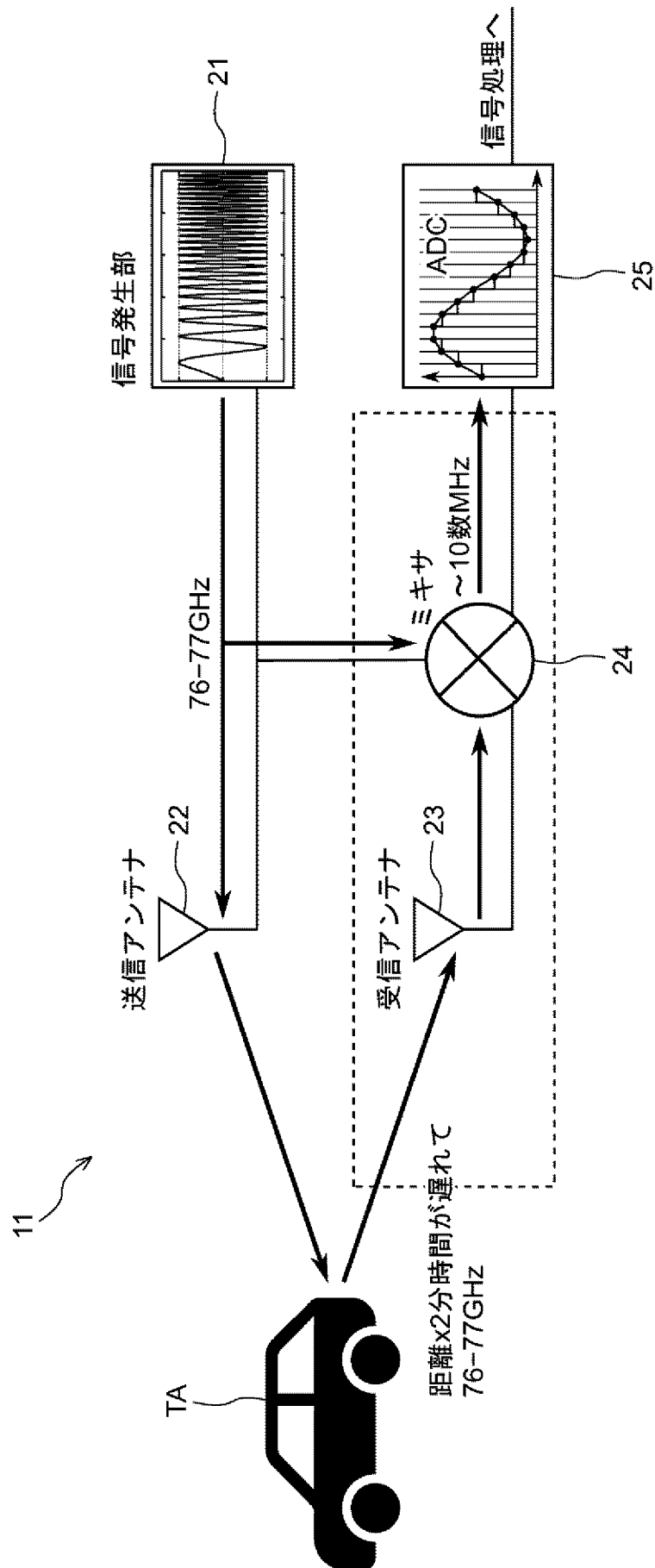
レーダ装置の

前記第 1 インターフェースが、受信アンテナからの受信信号を所定周期でサンプリングしてA/D変換した直後のRAWデータを、第 1 の出力データフォーマットにより出力し、

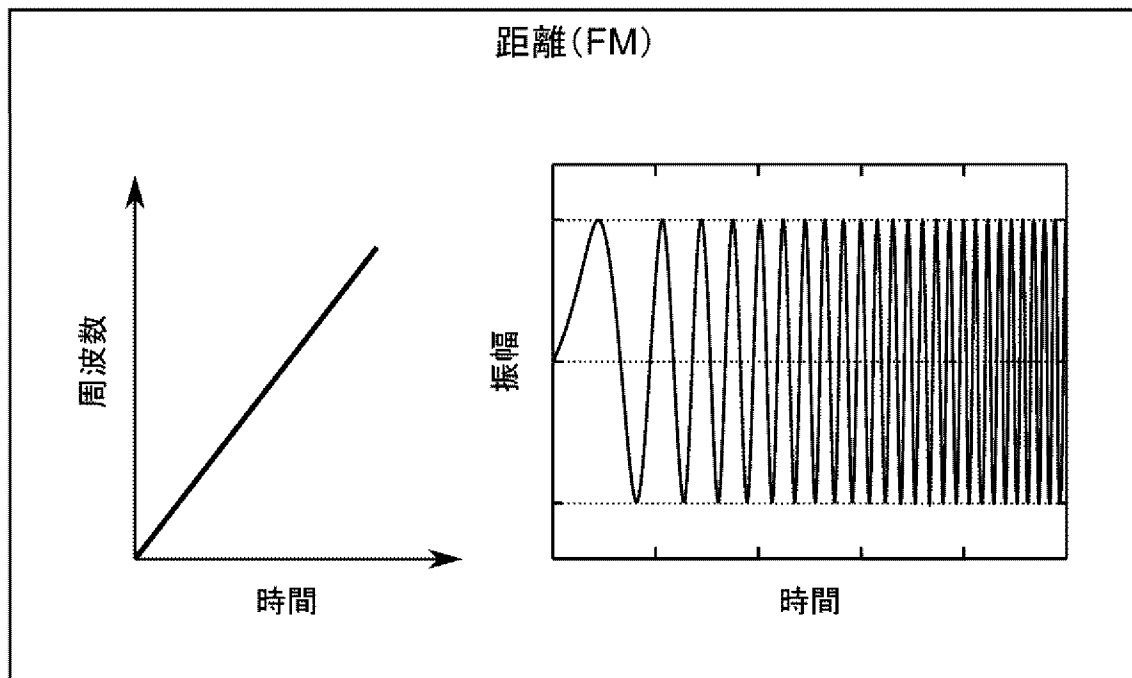
前記第 2 インターフェースが、前記RAWデータに対して所定の信号処理を実行して生成された点群データを、第 2 の出力データフォーマットにより出力し、

前記第 3 インターフェースが、前記点群データに対して物体認識処理が実行された物体認識結果のデータを、第 3 の出力データフォーマットにより出力する

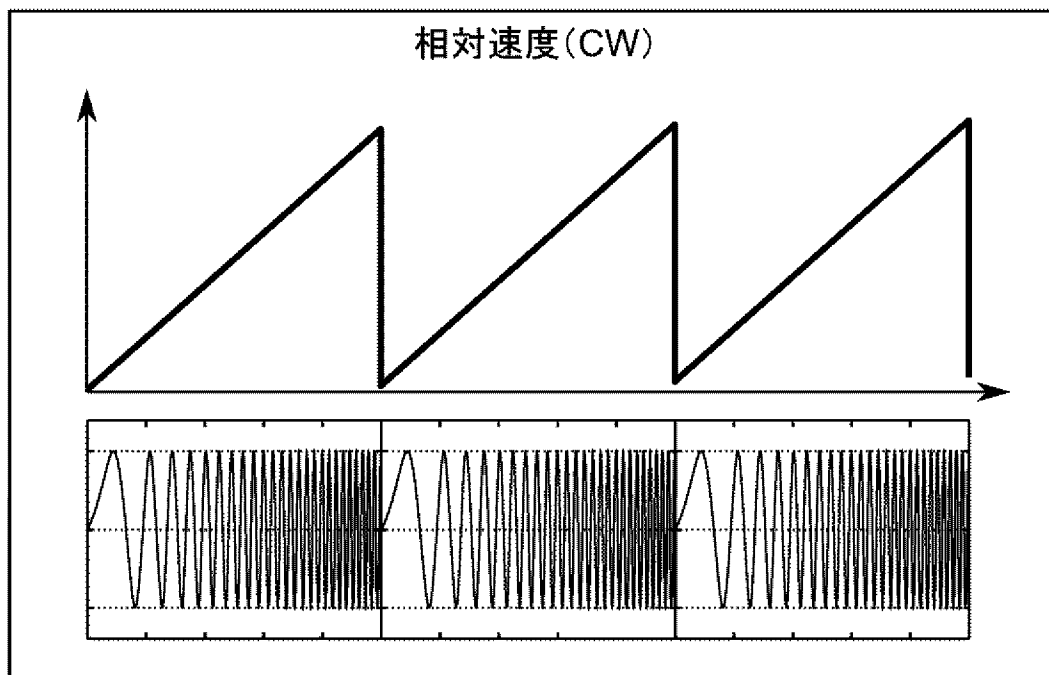
レーダ装置のデータ出力方法。

[図1]
FIG.1

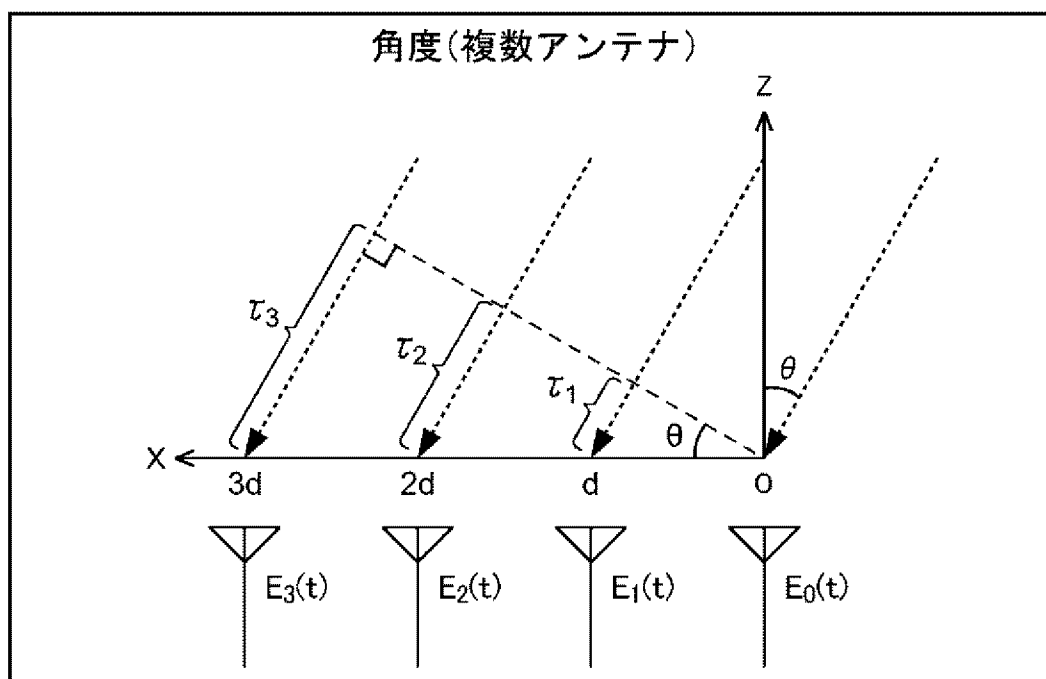
[図2]
FIG.2

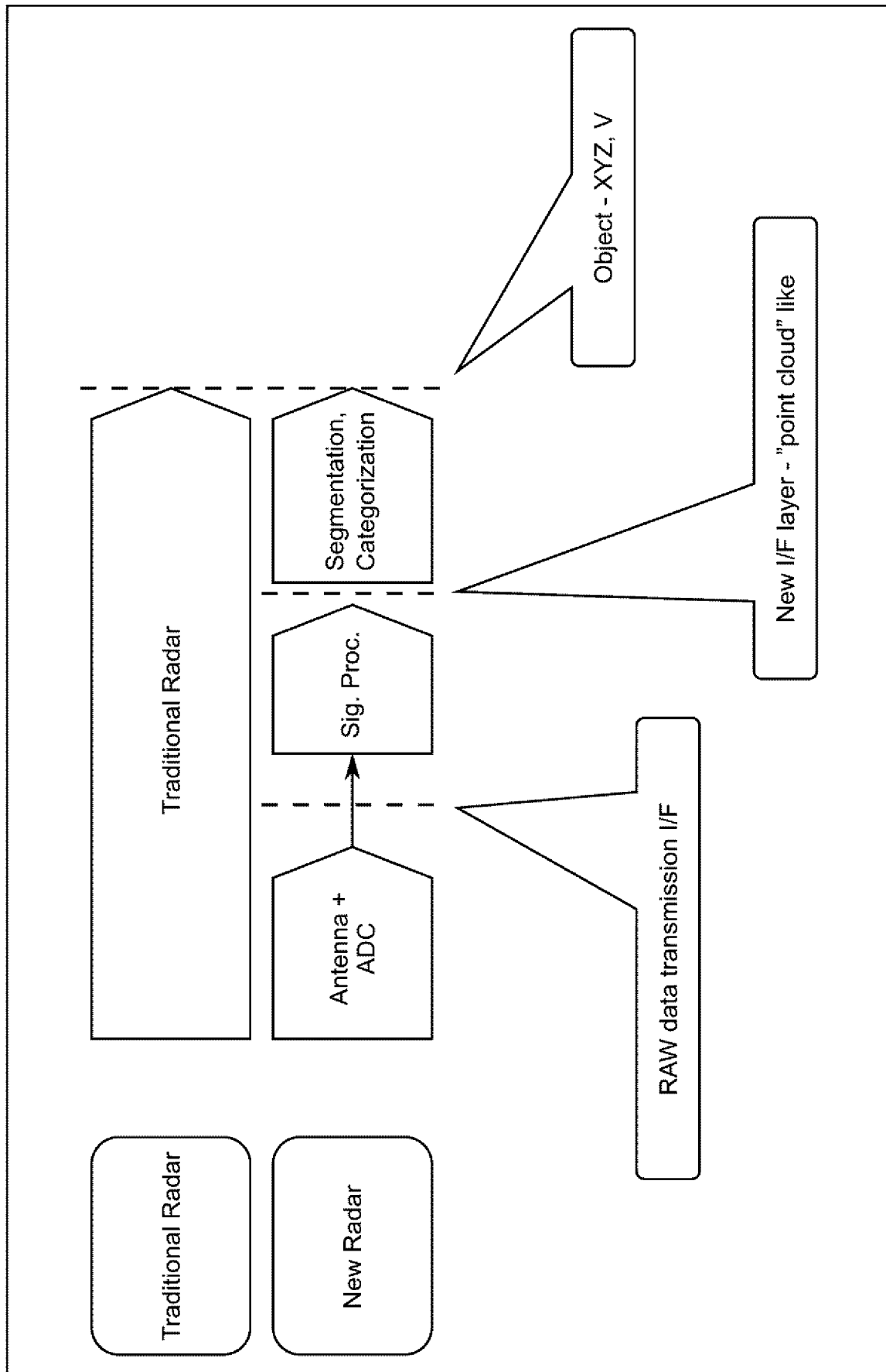


[図3]
FIG.3

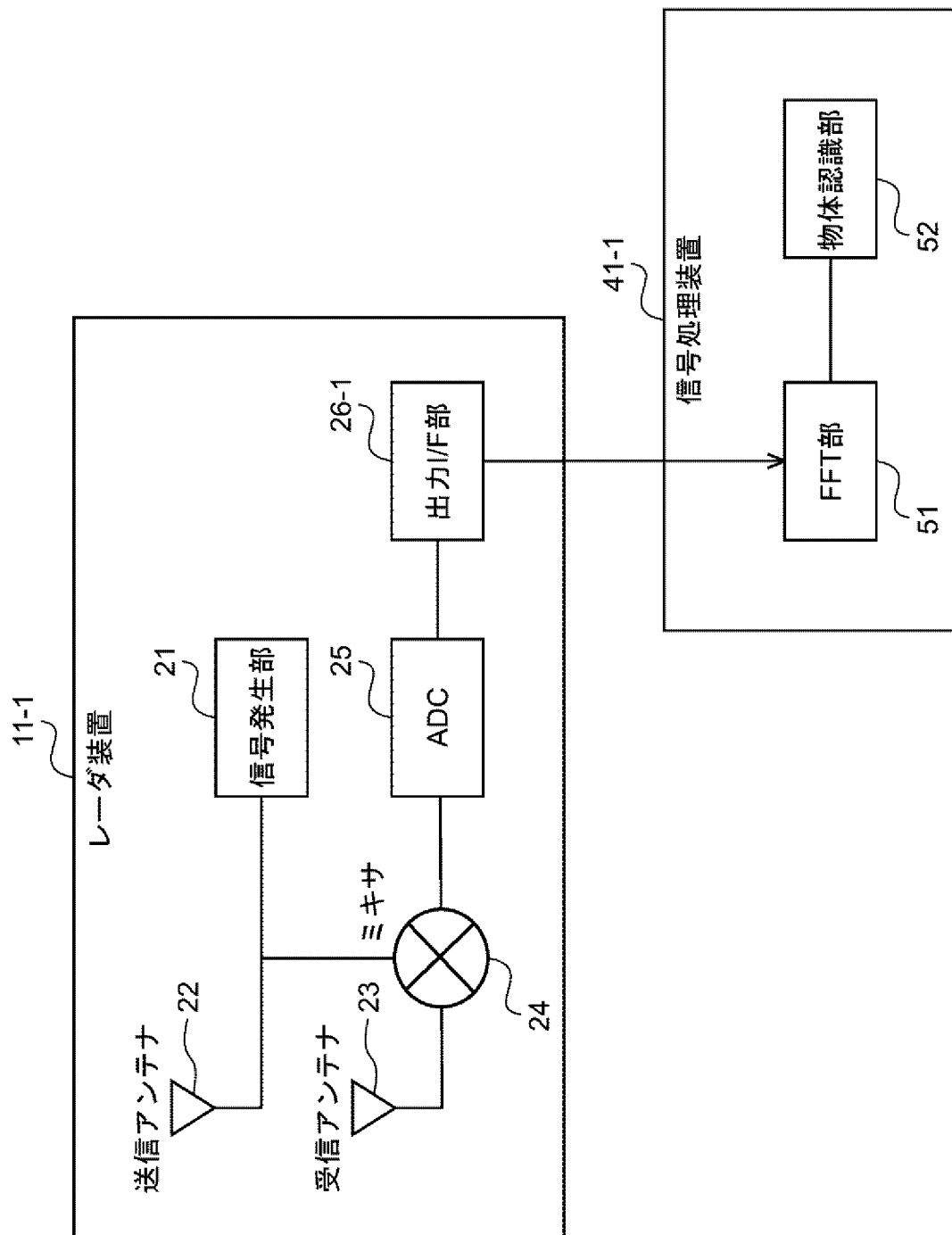


[図4]
FIG.4

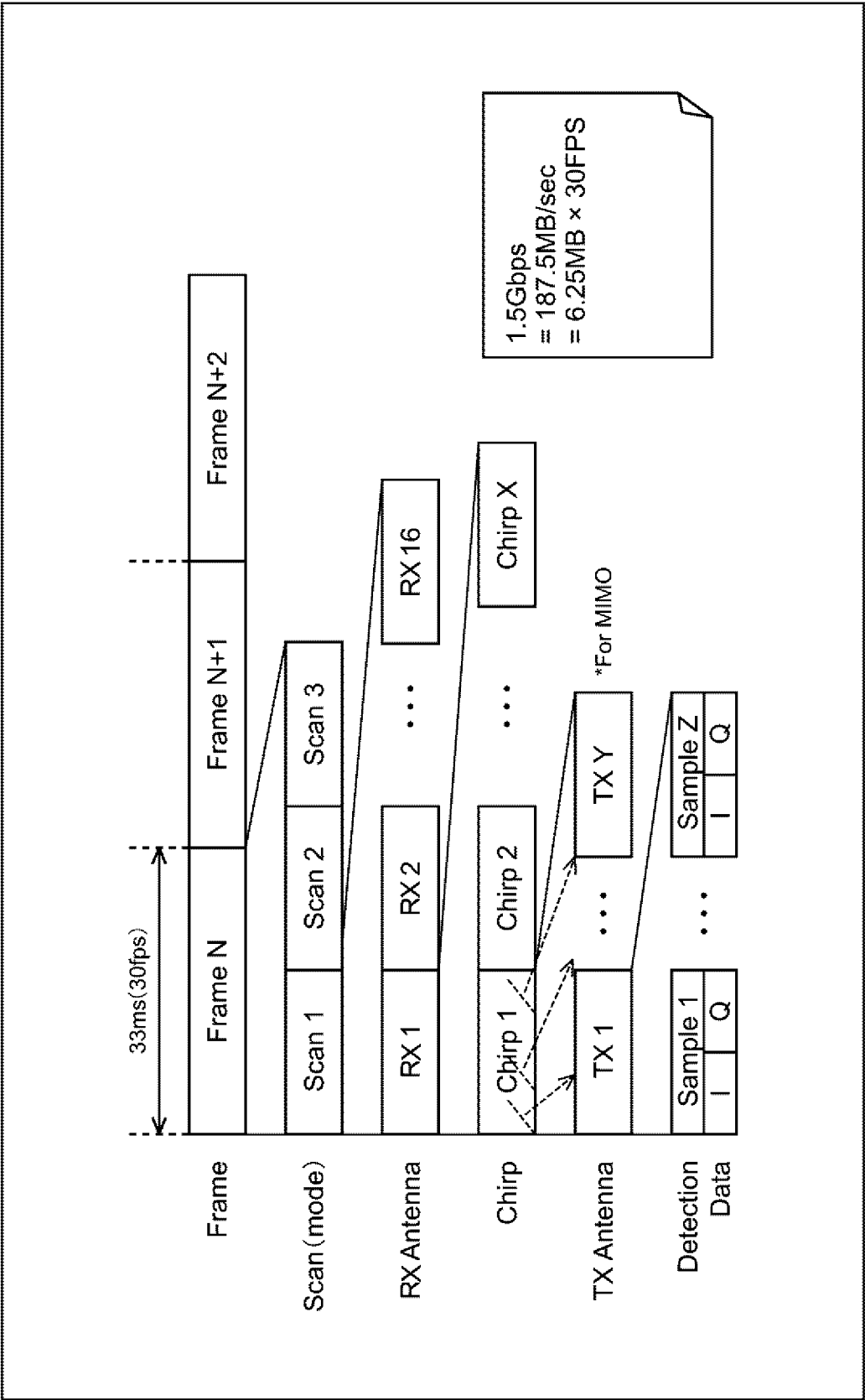


[図5]
FIG.5

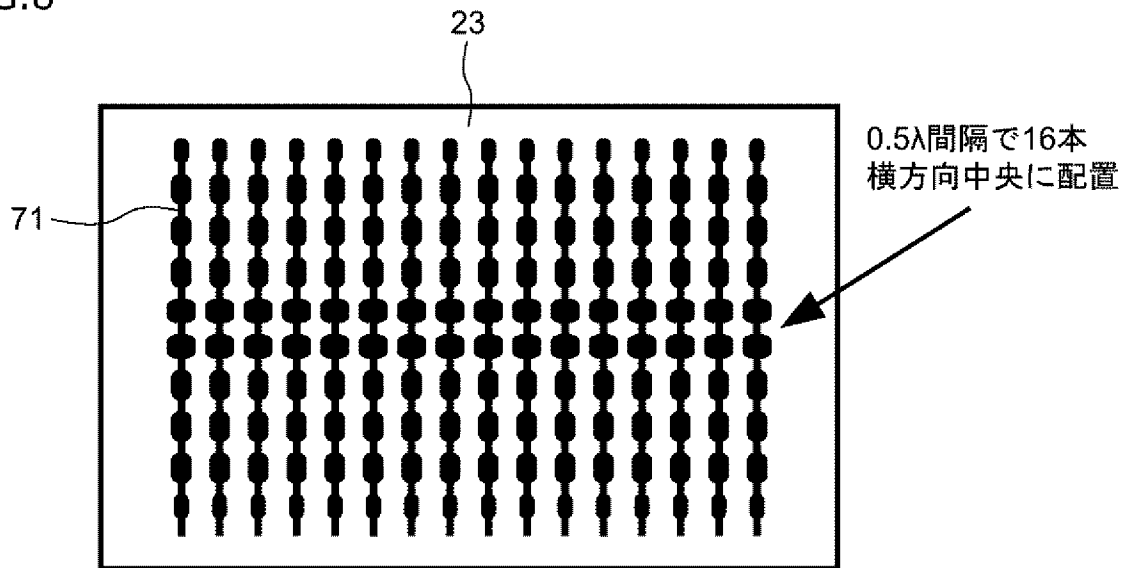
[図6]
FIG.6



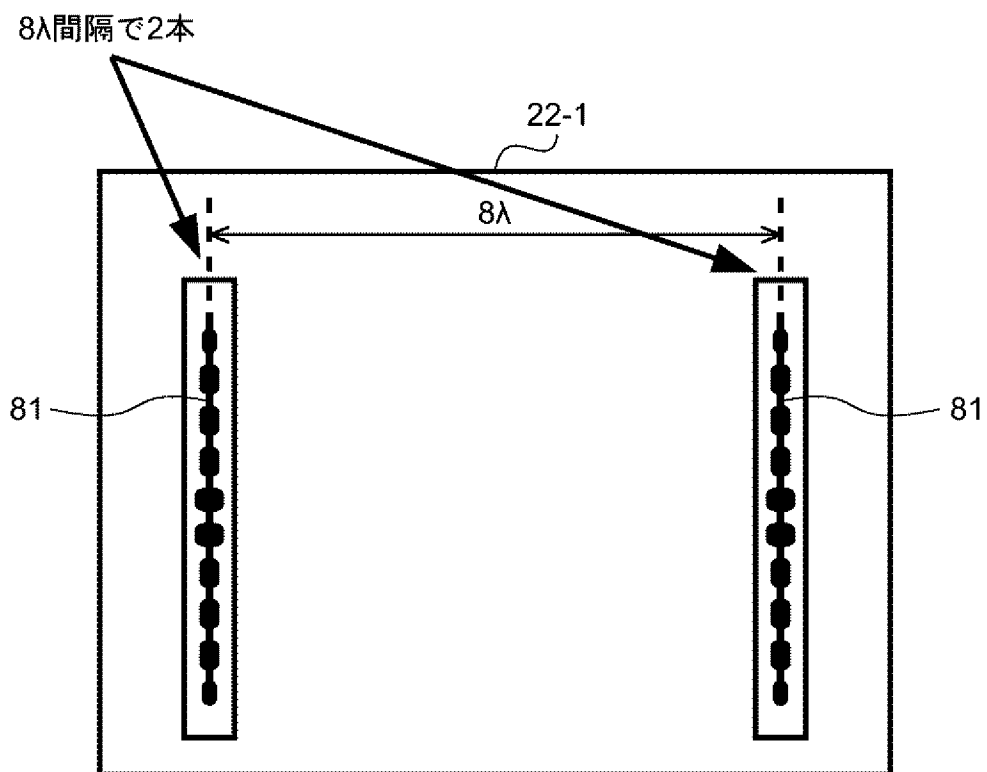
[図7]
FIG.7



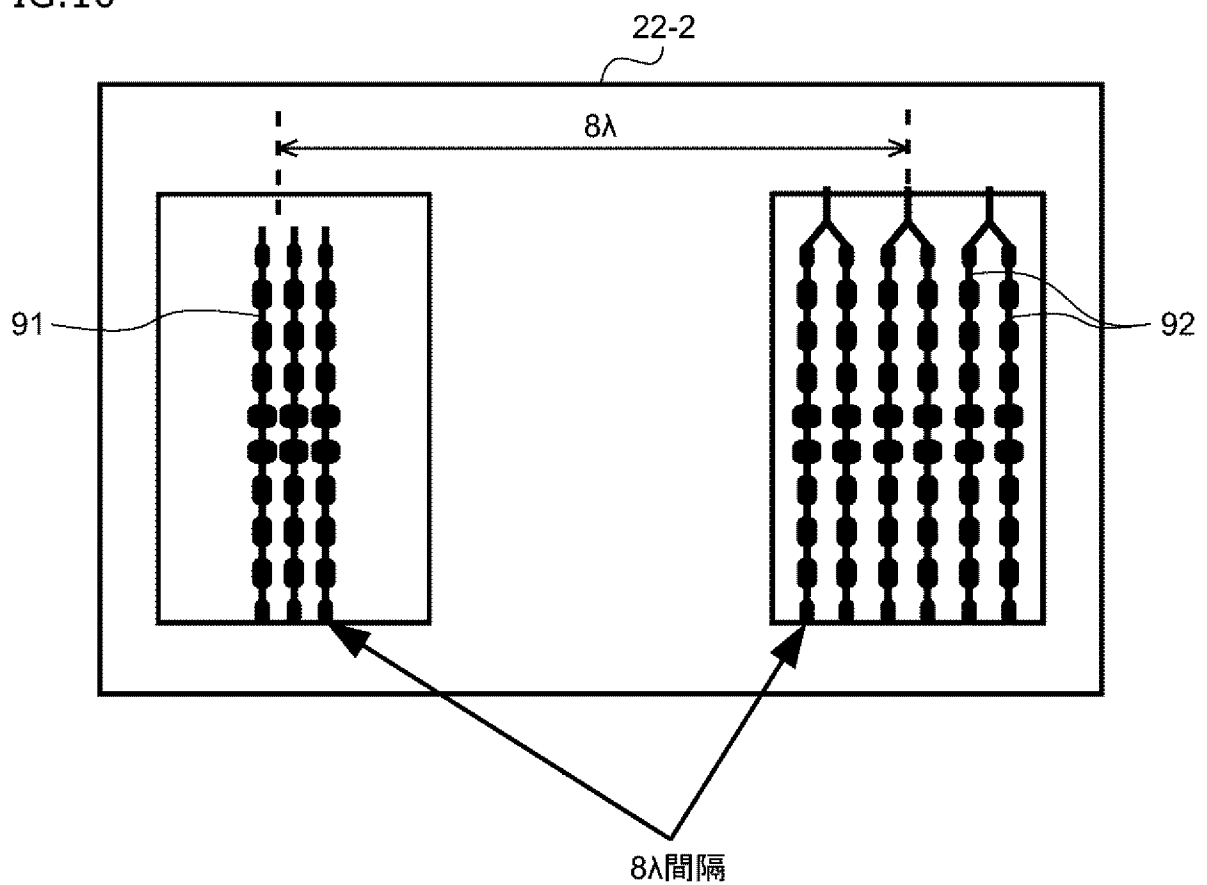
[図8]
FIG.8



[図9]
FIG.9

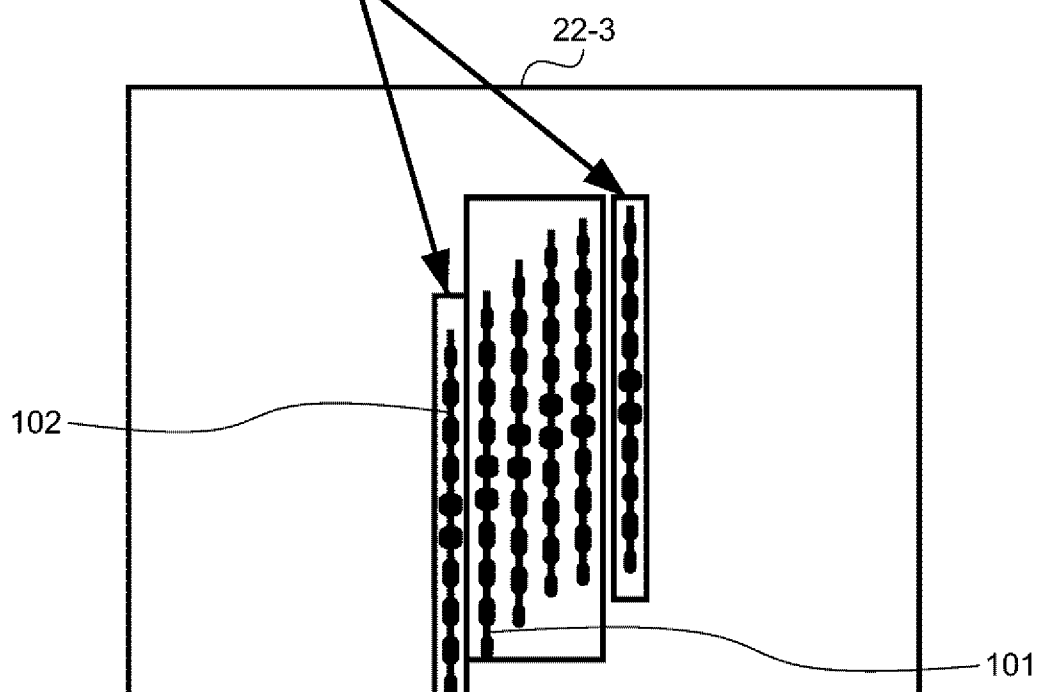


[図10]
FIG.10

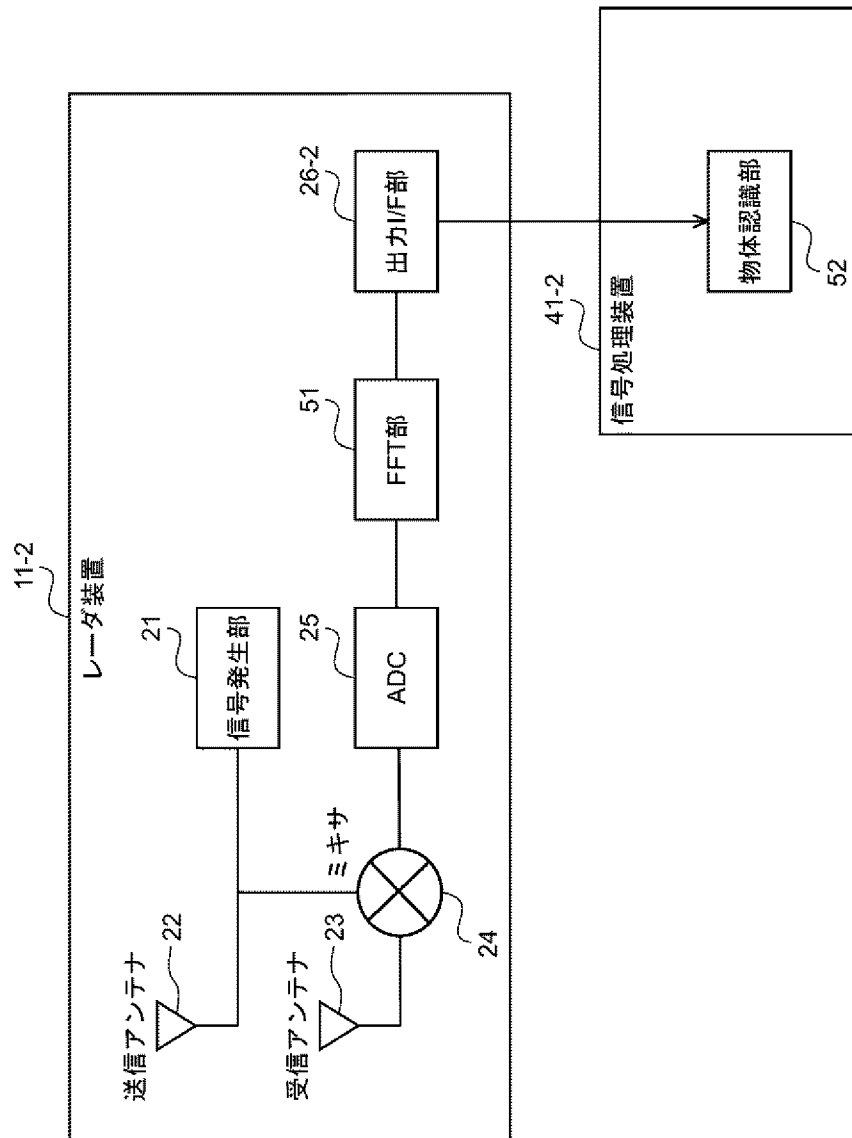


[図11]
FIG.11

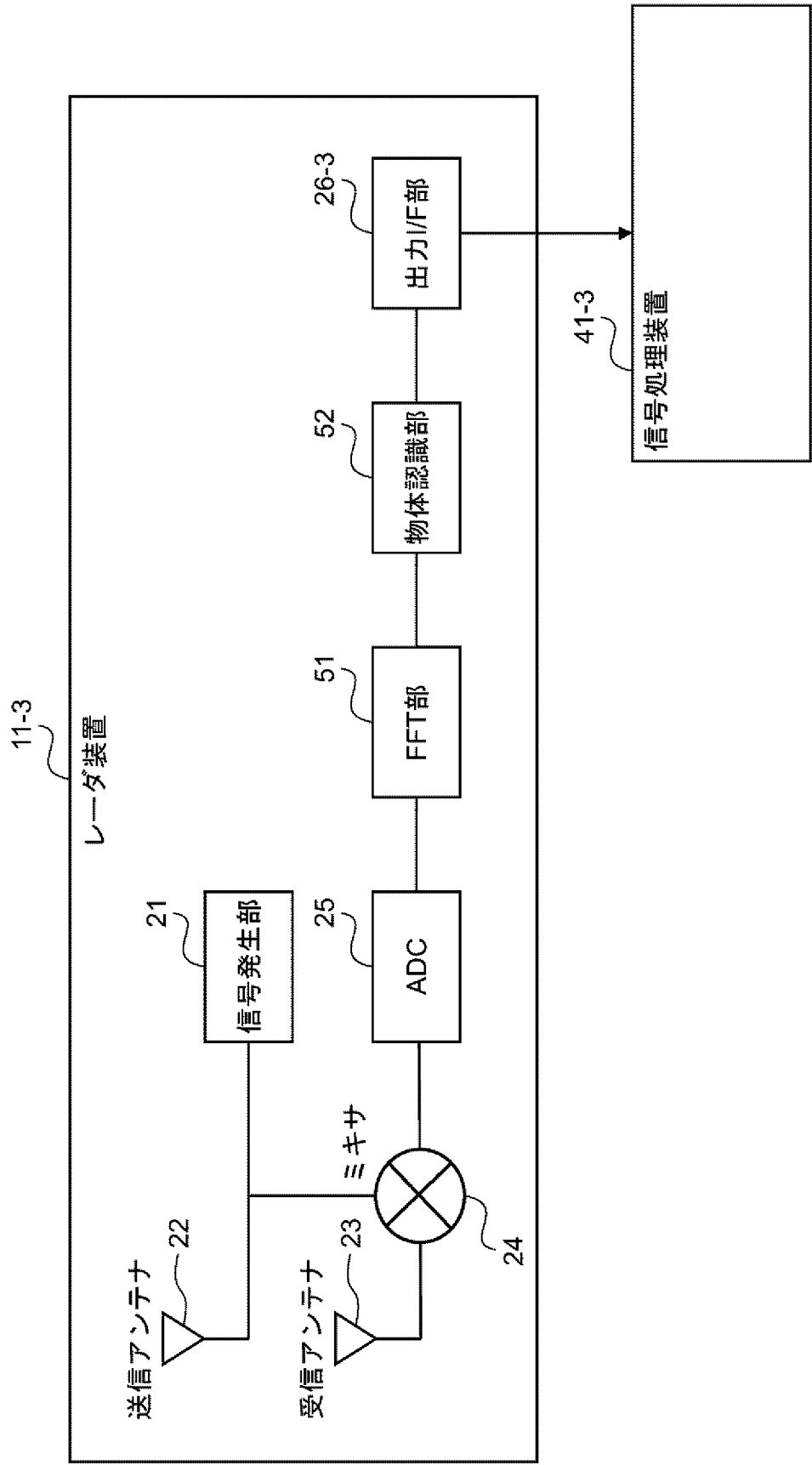
Floatingのダミーアンテナ
Active実測定で最適な終端長に調整する



[図12]
FIG.12



[図13]
FIG.13

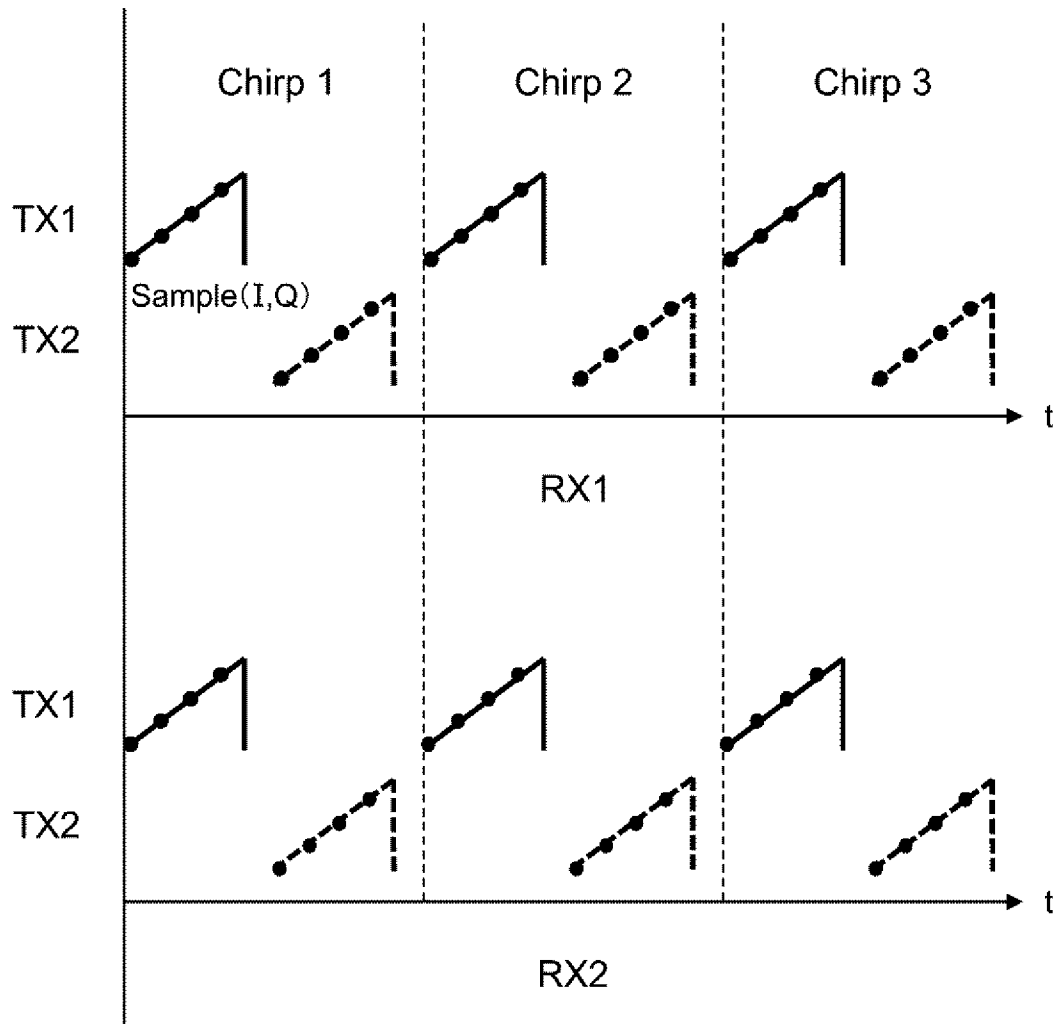


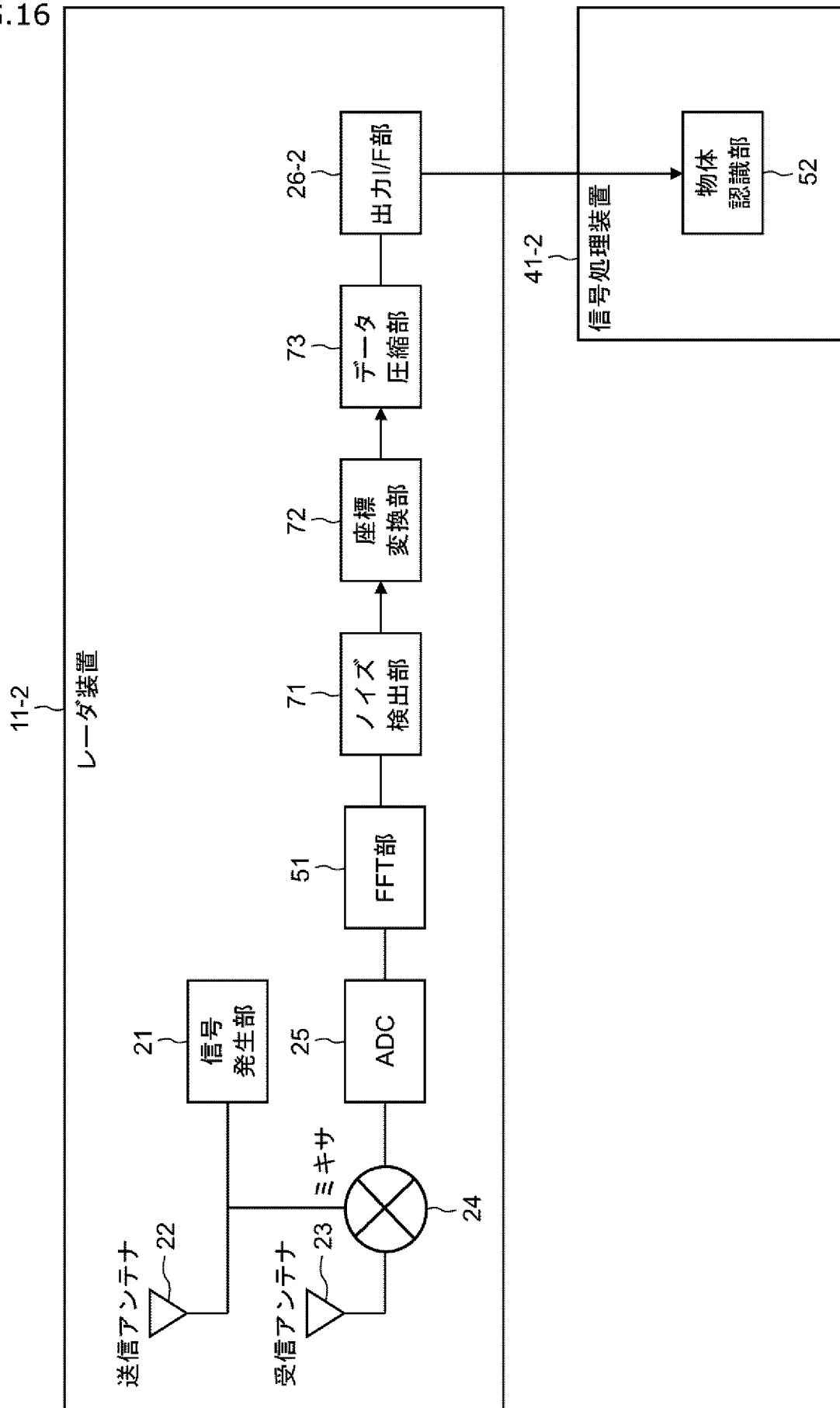
[図14]

FIG.14

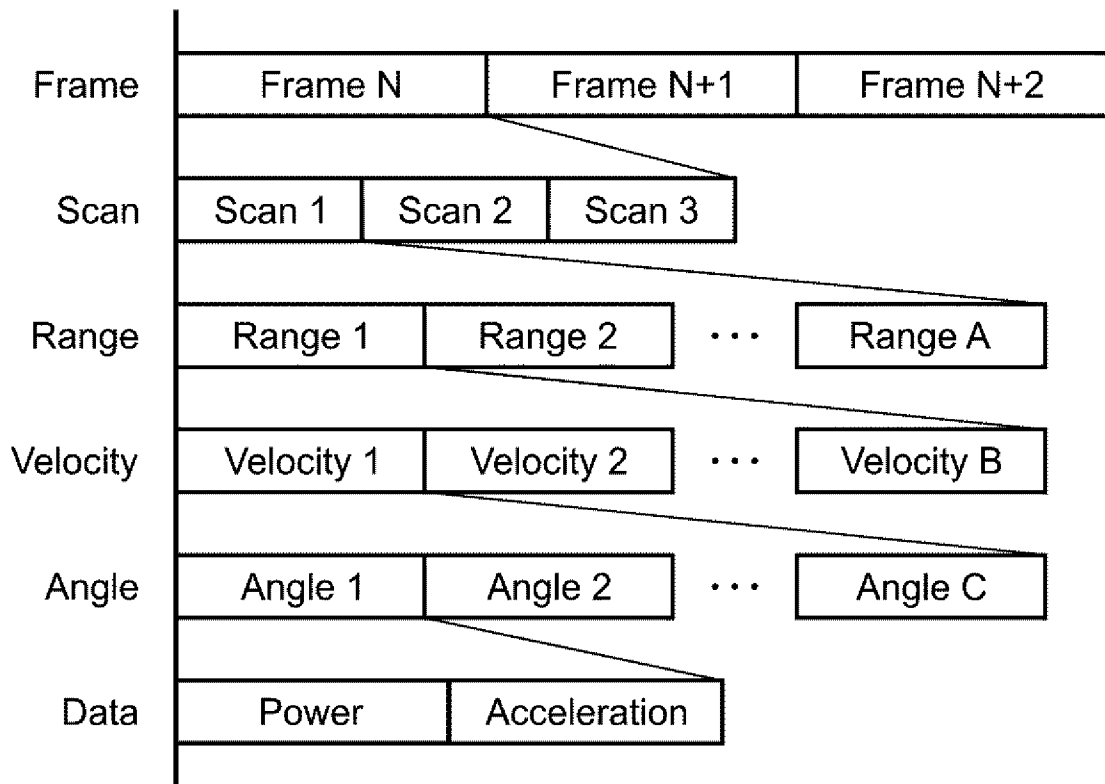
	point cloud	object
Position	RangeAzimuth - thetaElevation - phi	X, Y, Z
Size	NA	Wx, Wy, Wz
Direction		Dx, Dy,Dz
Velocity	Vx, Vy, Vz	Vx,Vy,Vz
Acceleration	Ax, Ay, Az	Ax, Ay, Az
Power	xxx dB	xxx dB
ID	NA	yes
Category	NA	Car, Pedestrian, Bus, ...

[図15]
FIG.15

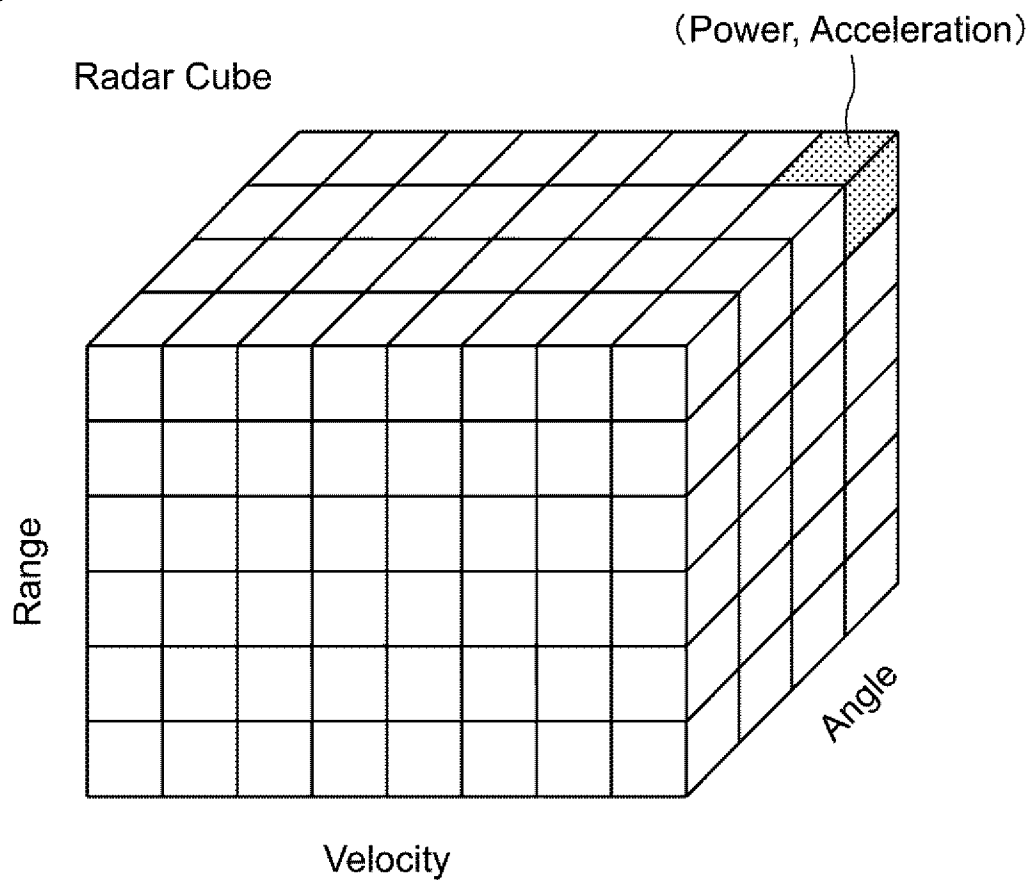


[図16]
FIG.16

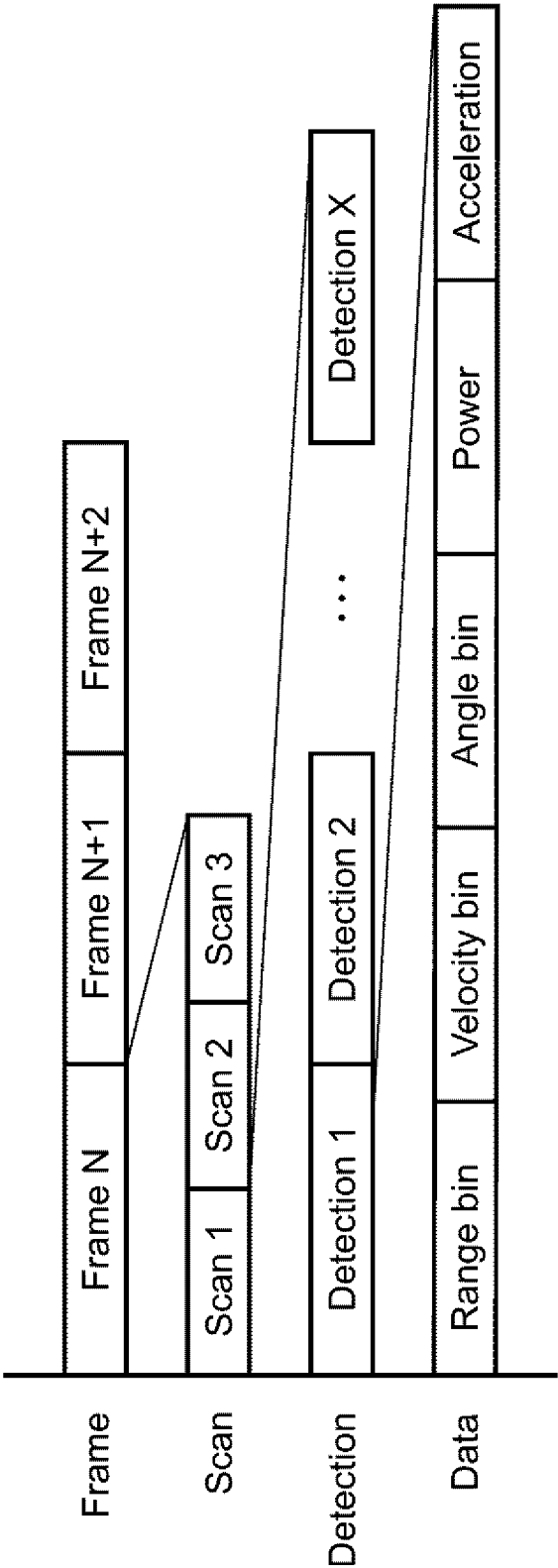
[図17]
FIG.17



[図18]
FIG.18



[図19]
FIG.19



[図20]
FIG.20

	Range bin	Velocity bin	Angle bin	Power	Acceleration
Detection 1	10	13	5	-40.2 dB	0.12 m/s
Detection 2	10	13	6	-41.3 dB	0.12 m/s
Detection 3	10	13	7	-43.1 dB	0.12 m/s
Detection 4	11	13	5	-43.4 dB	0.12 m/s
⋮	...	...	...	...	...
Detection X	...	...	...	...	...

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/035948

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G01S 13/34</i> (2006.01)i; <i>G01S 13/86</i> (2006.01)i FI: G01S13/34; G01S13/86 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01S7/00-17/95 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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022 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	US 2021/0255279 A1 (TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED) 19 August 2021 (2021-08-19) paragraphs [0040]-[0048], fig. 6	1
Y		2-20
Y	天野 義久, 数学とプログラミング 第2部 実例 ミリ波レーダ 第5章 教科書の代わりに数値計算ツールで1000回試行錯誤してFFTをマスタした 数学が武器になる実例・・・ミリ波レーダ, Interface. September 2021, 01 September 2021, vol. 47, no. 9, pp. 90-96, non-official translation (AMANO, Yoshihisa. Mathematics and Programming Part 2 Practical Example Millimeter-Wave Radar Chapter 5 Mastering FFT through 1000 Trials and Errors Using Numerical Calculation Tools Instead of Textbooks Examples of mathematics becoming weapons...millimeter-wave radar.) p. 93, lower right column, lines 5-18	2
Y	US 2020/0400810 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 24 December 2020 (2020-12-24) paragraphs [0061]-[0089], fig. 2-4	3-8, 20
☒ 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 19 October 2022		Date of mailing of the international search report 08 November 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/035948**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2021/033479 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 25 February 2021 (2021-02-25) paragraphs [0017]-[0088], fig. 1-7D	9-20
A	US 2019/0285725 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 19 September 2019 (2019-09-19) paragraphs [0098]-[0100], fig. 1A	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/035948

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2021/0255279	A1	19 August 2021	US 2020/0132811 A1 WO 2020/092405 A1 CN 112867937 A	
US	2020/0400810	A1	24 December 2020	KR 10-2020-0144862 A	
WO	2021/033479	A1	25 February 2021	US 2022/0120908 A1 paragraphs [0072]-[0151], fig. 1-7D CN 113994232 A	
US	2019/0285725	A1	19 September 2019	DE 102018105875 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01S 13/34(2006.01)i; G01S 13/86(2006.01)i FI: G01S13/34; G01S13/86		
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）） G01S7/00-17/95		
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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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	US 2021/0255279 A1 (TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED) 19.08.2021 (2021-08-19) 段落0040-0048, 図6	1
Y		2-20
Y	天野 義久, 数学とプログラミング 第2部 実例 ミリ波レーダ 第5章 教科書の代わりに数値計算ツールで1000回試行錯誤してFFTをマスタした 数学が武器になる実例…ミリ波レーダ, Interface 2021年9月号, 2021.09.01, 第47巻 第9号, p.90 - p.96 第93頁右下欄第5-18行	2
Y	US 2020/0400810 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 24.12.2020 (2020-12-24) 段落0061-0089, 図2-4	3-8, 20
Y	WO 2021/033479 A1 (パナソニックIPマネジメント株式会社) 25.02.2021 (2021-02-25) 段落0017-0088, 図1-7D	9-20
A	US 2019/0285725 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 19.09.2019 (2019-09-19) 段落0098-0100, 図1A	1-20
☐ 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、一般的な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 19.10.2022		国際調査報告の発送日 08.11.2022
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） 山下 雅人 2M 9303 電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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/JP2022/035948

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	2021/0255279	A1	19.08.2021	US	2020/0132811	A1	
				WO	2020/092405	A1	
				CN	112867937	A	
US	2020/0400810	A1	24.12.2020	KR	10-2020-0144862	A	
WO	2021/033479	A1	25.02.2021	US	2022/0120908	A1	
				段落0072-0151, 図1-7D			
				CN	113994232	A	
US	2019/0285725	A1	19.09.2019	DE	102018105875	A1	