

(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
2018年10月11日(11.10.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/186177 A1

(51) 国際特許分類:
G01S 15/32 (2006.01) H04L 27/26 (2006.01)
H04B 17/27 (2015.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/011249

(22) 国際出願日: 2018年3月22日(22.03.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2017-074396 2017年4月4日(04.04.2017) 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

神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP).

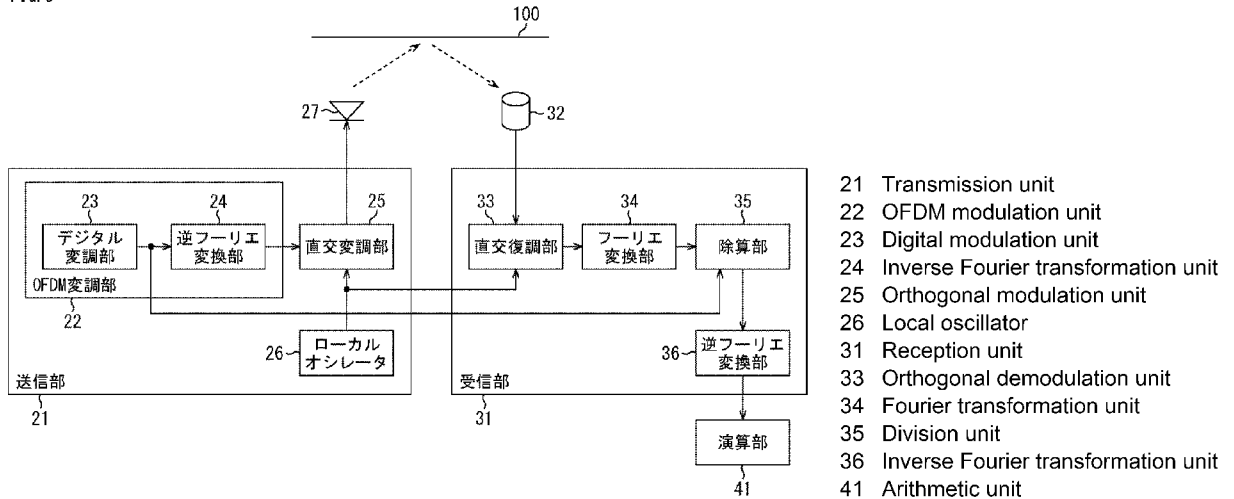
(72) 発明者: 岡田 隆宏 (OKADA Takahiro); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP), 宮崎 高大(MIYAZAKI Takahiro); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP), 萩原 崇史 (HAGIWARA Takashi); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 西川 孝, 外 (NISHIKAWA Takashi et al.); 〒1600023 東京都新宿区西新宿7丁

(54) Title: DISTANCE MEASUREMENT DEVICE, DISTANCE MEASUREMENT METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 測距装置、測距方法、およびプログラム

FIG. 3



(57) Abstract: A technology of the present invention relates to a distance measurement device, a distance measurement method, and a program that enable the distance to a target to be accurately measured. A distance measurement device according to one aspect of the technology of the present invention comprises: an OFDM modulation unit that generates an OFDM signal by performing OFDM modulation on a transmission signal; an output unit that outputs the OFDM signal using an ultrasonic wave as a carrier wave; a sound collecting unit that collects, as a reception signal, ultrasonic waves that are reflected waves resulting from the ultrasonic waves output from the output unit being reflected by a target; a demodulation unit that generates a demodulated signal by demodulating the reception signal; a calculation unit that calculates a delay profile on the basis of an own signal obtained in the process of generating the OFDM signal and the demodulated signal; and an arithmetic unit that obtains a delay time of the ultrasonic waves from the delay profile and calculates the distance to the target on the basis of the delay time. The technology of the present invention can be applied



目 5 番 2 5 号 西 新 宿 プ ラ イ ム ス ク
エア 9 階 Tokyo (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

to an automobile, for example.

(57) 要約: 本技術は、対象物を正確に測距することができるようにする測距装置、測距方法、およびプログラムに関する。本技術の一側面である測距装置は、送信信号にOFDM変調を行うことによりOFDM信号を生成するOFDM変調部と、前記OFDM信号を超音波を搬送波として出力する出力部と、前記出力部から出力された前記超音波の対象物における反射波としての超音波を受信信号として集音部と、前記受信信号を復調することにより復調信号を生成する復調部と、前記OFDM信号の生成過程で得られる自信号と前記復調信号とに基づいて遅延プロファイルを算出する算出部と、前記遅延プロファイルから前記超音波の遅延時間を求め、前記遅延時間に基づいて前記対象物までの距離を演算する演算部とを備える。本技術は、例えば、自動車に適用することができる。

明 細 書

発明の名称：測距装置、測距方法、およびプログラム

技術分野

[0001] 本技術は、測距装置、測距方法、およびプログラムに関し、特に、超音波を対象物に照射して、その反射波に基づいて対象物までの距離を測定する測距装置、測距方法、およびプログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、超音波を用いた測距を行う測距装置として、パルスエコー方式を採用したものが存在する（例えば、特許文献１参照）。

[0003] ここで、超音波とは、正常な聴力を持つ人に聴感覚を生じないほど周波数（振動数）が高い音波（弾性波）を指す。

[0004] 図１は、パルスエコー方式を採用した測距装置の従来の構成の一例を示すブロック図である。

[0005] 該測距装置は、送信部１、受信部２、タイマ１１、インタフェース部９、および制御部１０から構成される。

[0006] 送信部１は、発振部３、駆動部４、および超音波スピーカ５（以下、スピーカ５と略称する）を有する。受信部２は、超音波マイクロフォン６（以下、マイク６と略称する）、増幅検波部７、およびシュミットトリガ部８を有する。

[0007] 該測距装置においては、送信部１のスピーカ５から超音波が、距離を測定したい対象物に向けて出力され、その反射波が受信部２のマイク６によって集音される。

[0008] マイク６で集音された反射波に対応する電気信号は、増幅検波部で増幅、検波され、シュミットトリガ部８で、その振幅が所定の閾値と比較され、その比較結果であるシュミットトリガがタイマ１１に供給される。

[0009] タイマ１１は、超音波が送信されたタイミングと反射が集音されたタイミングを計測し、それぞれを、インタフェース部９を介して制御部１０に出力

する。制御部 10 では、両タイミングの時間差分 t_d を算出し、時間差分 t_d を次式 (1) に適用して対象物までの距離 L を算出する。ここで、 v は超音波の速度である。

$$L = v \times t_d / 2 \cdots (1)$$

[0010] 図 2 は、図 1 の測距装置における超音波の出力、集音等のタイミングを示している。

[0011] 例えば、同図 A に示される矩形波の測定要求パルスが制御部 10 からインタフェース部 9 を介して発振部 3 に供給されると、発振部 3 は、同図 B に示すように、測定要求パルスに対応する超音波信号を駆動部 4 に出力する。駆動部 4 は、この超音波信号に対応してスピーカ 5 を振動させることにより、スピーカ 5 から超音波を出力させる。しかしながら、スピーカ 5 から出力される超音波は、その特性や環境音等に起因して、同図 C に示すようにその波形は歪み、対象物からの反射波の波形についてはさらに同図 D に示すように歪んだものとなる。

[0012] シュミットトリガ部 8 では、同図 D に示された反射波の振幅と、同図 E に示すような所定の検出閾値と比較し、比較結果を表す同図 F に示すようなシュミットトリガ出力をタイマ 11 に供給する。タイマ 11 は、超音波が送信されたタイミングを制御部 10 に通知するとともに、同図 F に示されたシュミットトリガ出力の立ち上がりのタイミングを、超音波が集音されたタイミングとして検出して制御部 10 に通知する。制御部 10 では、両タイミングの差を時間差分 t_d として算出し、時間差分 t_d を用いて対象物までの距離 L を算出する。

先行技術文献

特許文献

[0013] 特許文献 1：再公表 2005-106530 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0014] 上述したように、シュミットトリガ出力は、シュミットトリガ回路8における検出閾値に依存しているので、集音した反射波の振幅が減衰していたり、検出閾値の設定が適切ではなかったりした場合、シュミットトリガ出力の立ち上がりのタイミング、すなわち、超音波が集音されたタイミングを正確に検出することができない。よって、その場合、時間差分 t_d に誤差が生じているので、それに基づいて算出される距離 L の精度も低下してしまうことになる。

[0015] 本技術は、このような状況に鑑みて提案されたものであり、超音波の送受信タイミングの時間差である t_d を高い精度で検出することにより、対象物を正確に測距できるようにするものである。

課題を解決するための手段

[0016] 本技術の一側面である測距装置は、送信信号にOFDM変調を行うことによりOFDM信号を生成するOFDM変調部と、前記OFDM信号を超音波を搬送波として出力する出力部と、出力された前記超音波の対象物における反射波としての超音波を受信信号として集音する集音部と、前記受信信号を復調することにより復調信号を生成する復調部と、前記OFDM信号の生成過程で得られる自信号と前記復調信号とに基づいて遅延プロファイルを算出する算出部と、前記遅延プロファイルから前記超音波の遅延時間を求め、前記遅延時間に基づいて前記対象物までの距離を演算する演算部とを備える。

[0017] 本技術の一側面である測距装置は、前記復調信号を前記OFDM信号で除算することにより伝達関数を生成する除算部をさらに備えることができ、前記算出部は、前記伝達関数に逆フーリエ変換を行うことにより前記遅延プロファイルを算出することができる。

[0018] 本技術の一側面である測距装置は、前記超音波によって搬送される前記前記OFDM信号の直交変調を行う直交変調部をさらに備えることができ、前記復調部は、前記受信信号に前記直交変調に対応する直交復調を行い、フーリエ変換を行うことにより前記復調信号を生成することができる。

[0019] 前記OFDM変調部は、前記OFDM信号にガードインターバルを設けることがで

きる。

[0020] 前記OFDM変調部は、OFDM有効シンボル長と同じ長さを有する前記ガードインターバルを設けることができる。

[0021] 前記OFDM変調部は、OFDM変調におけるパラメータであるFFTサイズを2の累乗とし、搬送波数を前記FFTサイズの $1/2$ とすることができる。

[0022] 本技術の一側面である測距装置は、クロストーク成分に対応するレプリカ信号を生成するレプリカ信号生成部と、前記受信信号から前記レプリカ信号を減算する減算部とさらに備えることができる。

[0023] 本技術の一側面である測距装置は、クロストーク情報を測定するクロストーク測定部をさらに備えることができ、前記レプリカ信号生成部は、前記クロストーク情報に基づいて前記レプリカ信号を生成することができる。

[0024] クロストーク測定部は、前記クロストーク情報として、クロストークに対応する遅延時間、OFDM信号の振幅の減衰、または位相の回転のうちの少なくとも一つを測定することができる。

[0025] 前記クロストーク測定部は、前記クロストーク情報を定期的に更新することができる。

[0026] 前記クロストーク測定部は、前記遅延プロファイルにクロストークに対応するピークが出現した場合、前記クロストーク情報を更新することができる。

[0027] 本技術の一側面である測距装置は、前記出力部としての超音波スピーカと、前記集音部としての超音波マイクロフォンの周波数特性に起因する前記受信信号の歪みを補正するキャンセル部をさらに備えることができる。

[0028] 前記キャンセル部は、前記OFDM変調部に含まれているようにすることができる。

[0029] 前記キャンセル部は、超音波スピーカと前記超音波マイクロフォンの周波数特性に対する逆特性を前記OFDM信号の生成過程において乗算することができる。

[0030] 本技術の一側面である測距方法は、測距装置による測距方法において、前

記測距装置による、送信信号にOFDM変調を行うことによりOFDM信号を生成するOFDM変調ステップと、前記OFDM信号を超音波を搬送波として出力する出力ステップと、出力された前記超音波の対象物における反射波としての超音波を受信信号として集音する集音ステップと、前記受信信号を復調することにより復調信号を生成する復調ステップと、前記OFDM信号の生成過程で得られる自信号と前記復調信号とに基づいて遅延プロファイルを算出する算出ステップと、前記遅延プロファイルから前記超音波の遅延時間を求め、前記遅延時間に基づいて前記対象物までの距離を演算する演算ステップとを含む。

[0031] 本技術の一側面であるプログラムは、コンピュータを、送信信号にOFDM変調を行うことによりOFDM信号を生成するOFDM変調部と、前記OFDM信号を超音波を搬送波として出力する出力部と、出力された前記超音波の対象物における反射波としての超音波を受信信号として集音する集音部と、前記受信信号を復調することにより復調信号を生成する復調部と、前記OFDM信号の生成過程で得られる自信号と前記復調信号とに基づいて遅延プロファイルを算出する算出部と、前記遅延プロファイルから前記超音波の遅延時間を求め、前記遅延時間に基づいて前記対象物までの距離を演算する演算部として機能させる。

[0032] 本技術の一側面においては、送信信号にOFDM変調を行うことによりOFDM信号が生成され、前記OFDM信号が超音波を搬送波として出力され、出力された前記超音波の対象物における反射波としての超音波が受信信号として集音され、前記受信信号を復調することにより復調信号が生成され、前記OFDM信号の生成過程で得られる自信号と前記復調信号とに基づいて遅延プロファイルが算出され、前記遅延プロファイルから前記超音波の遅延時間が求められて、前記遅延時間に基づいて前記対象物までの距離が演算される。

発明の効果

[0033] 本技術の一側面によれば、対象物を正確に測距することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0034] [図1]パルスエコー方式を採用した測距装置の従来の構成の一例を示すブロッ

ク図である。

[図2]パルスエコー方式の問題を説明するための図である。

[図3]本技術の第1の実施の形態である測距装置の構成例を示すブロック図である。

[図4]ガードインターバルを追加したOFDM信号を示す図である。

[図5]OFDM変調に関するパラメータの例を示す図である。

[図6]遅延プロファイルの一例を示す図である。

[図7]本技術の第1の実施の形態である測距装置の動作を説明するフローチャートである。

[図8]マルチパスが生じている場合の超音波の経路を示す図である。

[図9]マルチパスが生じている場合の超音波の出力、集音等のタイミングを示す図である。

[図10]マルチパスが生じている場合に対応する遅延プロファイルを示す図である。

[図11]マルチパスが生じている場合に対応する遅延プロファイルを示す図である。

[図12]クロストークが生じている場合の超音波の出力、集音等のタイミングを示す図である。

[図13]クロストークが生じている場合に対応する遅延プロファイルを示す図である。

[図14]本技術の第2の実施の形態である測距装置の構成例を示すブロック図である。

[図15]クロストーク成分に相当するレプリカ信号が減算されている場合に対応する遅延プロファイルを示す図である。

[図16]スピーカおよびマイクの理想的な周波数特性を示す図である。

[図17]スピーカおよびマイクの実際の周波数特性の例を示す図である。

[図18]スピーカおよびマイクの周波数特性に起因して遅延プロファイルに生じる問題を説明するための図である。

[図19]本技術の第3の実施の形態である測距装置の構成例を示すブロック図である。

[図20]図17に示されたスピーカおよびマイクの周波数特性の逆特性を示す図である。

[図21]汎用のコンピュータの構成例を示すブロック図である。

[図22]車両制御システムの概略的な構成の一例を示すブロック図である。

[図23]車外情報検出部及び撮像部の設置位置の一例を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0035] 以下、本技術を実施するための最良の形態（以下、実施の形態と称する）について、図面を参照しながら詳細に説明する。

[0036] 以下、本開示を実施するための最良の形態（以下、実施の形態と称する）について図面を参照しながら説明するが、その前に、本技術の概要について説明する。

[0037] <本技術の測距装置の概要>

本技術を適用した測距装置は、対象物までの距離を測定するに際して超音波を出力し、その反射波を集音して、超音波の送受信に要した時間を求める点において従来のパルスエコー方式と同じである。ただし、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing、直交周波数分割多重方式)変調された信号（以下、OFDM信号と称する）の搬送波としての超音波を送受信することにより、演算によって超音波の送受信に要した時間を求める点が異なる。これにより、従来のようにシュミットトリガ出力を求める場合に比較して、超音波の送受信に要した時間を正確に求めることができ、高い精度で対象物までの距離を演算することが可能となる。

[0038] <本技術の第1の実施の形態である測距装置の構成について>

図3は、本技術の第1の実施の形態である測距装置の構成例を示すブロック図である。

[0039] 該第1の実施の形態は、超音波を対象物100に向けて出力する送信部21と、その反射波（受信信号）を集音して送受信タイミングの時間差を求め

る受信部 31 と、送受信タイミングの時間差に基づいて対象物 100 までの距離を演算する演算部 41 から構成される。なお、送信部 21 と受信部 31 は、隣接して配置するものとする。

[0040] 送信部 21 は、OFDM変調部 22、直交変調部 25、ローカルオシレータ 26、および超音波スピーカ 27（以下、スピーカ 27 と略称する）から構成される。

[0041] OFDM変調部 22 は、デジタル変調部 23 および逆フーリエ変換部 24 を有する。デジタル変調部 23 は、例えば、矩形波等の送信信号に所定のデジタル変調を行い、その結果得られる位相と振幅を逆フーリエ変換部 24 に出力する。なお、所定のデジタル変調の結果得られる位相と振幅は、自信号として受信部 31 の除算部 35 にも通知される。逆フーリエ変換部 24 は、デジタル変調部 23 の出力に対して逆フーリエ変換を行うことにより、送信信号に対応する OFDM 信号を生成し、さらにガードインターバルを追加して直交変調部 25 に出力する。

[0042] 図 4 は、OFDM 信号にガードインターバルを追加して送受信した場合のタイミングチャートを示している。なお、同図 A は送信タイミング、同図 B は受信タイミングを示している。図示されるように、OFDM 信号のシンボル間にガードインターバルを追加することにより、送受信される信号は冗長となるものの、後述するマルチパスの影響を抑止することが可能となる。

[0043] 図 5 は、OFDM 変調部 22 における OFDM 変調に関するパラメータの例を示している。

[0044] 具体的には、OFDM 帯域幅、最大検出距離、検出精度、搬送波間隔、搬送波数、FFT サイズ、サンプリング周波数、OFDM シンボル長、OFDM 有効シンボル長、およびガードインターバル長を示している。

[0045] なお、同図においては、OFDM 帯域幅を 8.192 kHz または 16.384 kHz に設定した場合を示しているが、OFDM 帯域幅はこれら 2 種類に限定されるものではない。

[0046] 列挙したパラメータのうち、最大検出距離、搬送波間隔、OFDM シンボル長

、およびOFDM有効シンボル長については、OFDM帯域幅に拘わらず共通であり、その他については、OFDM帯域幅に応じて変更される。

[0047] OFDM変調部22におけるパラメータの特徴としては、FFT（フーリエ変換）サイズを2の累乗に設定し、搬送波数をその1/2に設定している点を挙げることができる。例えば、OFDM帯域幅が8.192kHzである場合のFFTサイズは1024（ $=2^{10}$ ）、そのときの搬送波数は512、OFDM帯域幅が16.384kHzである場合のFFTサイズは2048（ $=2^{11}$ ）、そのときの搬送波数は1024としている。このように、FFTサイズを2の累乗とし、搬送波数をその1/2とすることで、OFDM変調、復調時の演算負担を軽減することができる。特に、フーリエ変換、逆フーリエ変換の演算量を減らすことができる。

[0048] さらに、ガードインターバル長を、OFDM有効シンボル長と同じ長さにしてある点を挙げることができる。これにより、より効果的にシンボル間の干渉を防止することができるとともに、遅延プロファイルから取得できる遅延時間を最長まで長くすることができ、測定可能な対象物100までの距離を表す最大検出距離を最長に伸ばすことができる。

[0049] 図3に戻る。直交変調部25は、逆フーリエ変換部24から供給される、ガードインターバルが追加されたOFDM信号を設けて直交変調を行い、搬送波周波数 f_0 を中心とした超音波としてスピーカ27から出力させる。ローカルオシレータ26は、直交変調部25に対して搬送波周波数 f_0 のクロック信号を供給する。なお、搬送波周波数 f_0 については、ローカルオシレータ26が受信部31の直交復調部33に予め通知しているものとする。

[0050] 受信部31は、超音波マイクロフォン32（以下、マイク32と略称する）、直交復調部33、フーリエ変換部34、除算部35、および逆フーリエ変換部36から構成される。

[0051] マイク32は、スピーカ27から出力されて対象物100で反射された超音波を集音し、それに対応する受信信号を直交復調部33に出力する。

[0052] 直交復調部33は、マイク32から入力された受信信号に対して、送信部

21の直交変調部25による直交変調に対応する直交復調を行い、その結果得られる直交復調信号をフーリエ変換部34に出力する。なお、直交復調部33は予め搬送波周波数 f_0 に関する情報を保持しているので、搬送波再生などの処理を省略することができる。

[0053] フーリエ変換部34は、直交復調信号に対してフーリエ変換を行い、その結果を除算部35に出力する。

[0054] 除算部35は、フーリエ変換部34によるフーリエ変換の結果を、送信部21のOFDM変調部22から供給されている自信号で除算することにより、反射波の伝達関数を演算して逆フーリエ変換部36に出力する。逆フーリエ変換部36は、伝達関数に逆フーリエ変換を行い、その結果得られる、OFDM信号の送受信時間に要した時間を取得できる遅延プロファイルを演算部41に出力する。

[0055] なお、反射波の伝達関数から遅延プロファイルを求める原理については、確立された既存技術として、例えば、“デジタル信号処理入門”、城戸健一著、丸善株式会社等に記載されている。

[0056] 演算部41は、遅延プロファイルから時間差分 t_d を求めて式(1)に適用し、対象物100までの距離を演算する。

[0057] 図6は、伝達関数に逆フーリエ変換を行うことによって得られる遅延プロファイルの一例を示している。

[0058] 同図に示されるように、遅延プロファイルには、OFDM信号の送受信時間に要した時間に最大のピークが出現する。よって、演算部41では、遅延プロファイルにおけるピークを検出することによってOFDM信号の送受信時間に要した時間を求めることができる。

[0059] <本技術の第1の実施の形態である測距装置の動作について>

次に、本技術の第1の実施の形態である測距装置の動作について説明する。

[0060] 図7は、送信部21が行う送信処理を説明するフローチャートである。

[0061] 対象物100までの距離を測定するに際しては、ステップS1において、送

信部 2 1 では、OFDM変調部 2 2 のデジタル変調部 2 3 が、矩形波等の送信信号に所定のデジタル変調を行い、その結果得られる位相と振幅を逆フーリエ変換部 2 4 に出力する。ステップ S 2 において、逆フーリエ変換部 2 4 は、デジタル変調部 2 3 の出力に対して逆フーリエ変換を行うことにより、送信信号に対応する OFDM 信号を生成し、さらにガードインターバルを追加して直交変調部 2 5 に出力する。

[0062] ステップ S 3 において、直交変調部 2 5 は、逆フーリエ変換部 2 4 から供給されたガードインターバルが設けられている OFDM 信号に対して直交変調を行い、搬送波周波数 f_0 を中心とした超音波としてスピーカ 2 7 から出力させる。該超音波は対象物 1 0 0 で反射される。

[0063] ステップ S 4 においては、受信部 3 1 では、対象物 1 0 0 で反射された超音波の反射波を集音し、それに対応する受信信号を直交復調部 3 3 に出力する。

[0064] ステップ S 5 において、マイク 3 2 から入力された受信信号に対して、送信部 2 1 の直交変調部 2 5 による直交変調に対応する直交復調を行い、その結果得られる直交復調信号をフーリエ変換部 3 4 に出力する。ステップ S 6 において、フーリエ変換部 3 4 は、直交復調信号に対してフーリエ変換を行い、その結果を除算部 3 5 に出力する。

[0065] ステップ S 7 において、除算部 3 5 は、フーリエ変換部 3 4 によるフーリエ変換の結果を、送信部 2 1 の OFDM 変調部 2 2 から供給されている自信号情報で除算することにより、反射波の伝達関数を算出して逆フーリエ変換部 3 6 に出力する。

[0066] ステップ S 8 において、逆フーリエ変換部 3 6 は、除算部 3 5 から入力された伝達関数に逆フーリエ変換を行い、その結果得られる遅延プロファイルを演算部 4 1 に出力する。

[0067] ステップ S 9 において、演算部 4 1 は、遅延プロファイルから時間差分 t_d を検出し、時間差分 t_d を式 (1) に適用して対象物 1 0 0 までの距離を演算する。

[0068] 以上で、本技術の第1の実施の形態である測距装置の動作説明を終了する。以上説明したように、本技術の第1の実施の形態である測距装置では、パルスエコー方式のようにシュミットトリガ出力を用いるのではなく、演算により伝達関数を求め、伝達関数から遅延プロファイルを求めて時間差分 t_d を検出している。よって、パルスエコー方式に比較してより正確に時間差分 t_d を求めることができ、高い精度で対象物100を測距することができる。また、OFDM信号のガードインターバルを設けているので、マルチパスによる影響を軽減することができる。

[0069] ここで、マルチパスが生じた場合の遅延プロファイルについて説明する。

[0070] 図8は、本技術の第1の実施の形態である測距装置が出力する超音波にマルチパスが生じている場合を示している。すなわち、スピーカ27から出力される超音波の経路としては、実線で示される経路のように、スピーカ27から直接、対象物100に達し、その反射波が直接マイク32に集音されることが望ましい。しかしながら、状況によっては、破線や一点鎖線で示される経路のように、スピーカ27から対象物100以外の物体で反射したり、対象物100からの反射波がさらに他の物体で反射したりしてマイク32に集音されることがある。

[0071] このような場合、破線や一点鎖線で示された経路は、実線で示された経路よりも長くなるので、実線で示された経路の反射波よりもマイク32で集音されるタイミングが遅くなる。

[0072] 図9は、図8に示されように、マルチパスが生じている場合の超音波の出力、集音のタイミングを示している。同図Aに示されるタイミングで出力された超音波は、実線で示された経路で反射された場合、同図Bに示されるように時間差分 t_{d1} を要して集音される。また、破線で示された経路で反射された場合、同図Cに示されるように、時間差分 t_{d2} を要して集音される。一点鎖線で示された経路で反射された場合、同図Dに示されるように、時間差分 t_{d3} を要して集音される。

[0073] 図10は、図9に示された場合に対応する遅延プロファイルを示している

。本技術の第1の実施の形態である測距装置では、遅延プロファイルに時間差分に対応するピークとして、時間差分 t_d が出現する。すなわち、遅延プロファイルには、時間差分 t_{d1} 、 t_{d2} に対応するピークが出現する。したがって、遅延プロファイルに基づいて、時間差分 t_d を検出すれば、マルチパスを分離して検出できることが分かる。

[0074] なお、図10に示すように、遅延プロファイルに複数のピークが出現している場合には、例えば、今回得られた遅延プロファイルと、直前に得られた遅延プロファイルとを比較し、比較結果に基づき、所定の規則に従って、いずれかのピークを選択し、対象物100までの距離 L を算出するために用いる時間差分 t_d を検出すればよい。

[0075] 図11は、時間差分 t_{d3} がガードインターバル長を超えた反射波の例を示している。同図のように、ガードインターバル長を超えて集音された反射波については、シンボル間干渉が発生した状況となり、他の反射波に対して外乱となるとともに、正確に遅延時間を測定できない。

[0076] <本技術の第2の実施の形態である測距装置について>

ところで、上述したように、送信部21と受信部31を隣接して配置し、さらにこれらの小型化を推進した場合、送信部21から出力された超音波が、受信部31によって直接集音されてしまうクロストークが発生し得る。

[0077] 図12は、クロストークが生じている場合の超音波の出力、集音のタイミングを示している。同図Aは、超音波の出力タイミング、同図Bはクロストークの集音タイミング、同図Cは対象物100からの反射波の集音タイミング示している。

[0078] 同図Bに示されるように、クロストークによって直接集音される超音波（以下、クロストーク成分と称する）は距離減衰や反射による減衰が起きていないので、同図Cに示された対象物100からの反射波よりも振幅が大きなものとなる。

[0079] 図13は、図12に示されたクロストークが生じている場合に対応する遅延プロファイルを示している。

[0080] 同図に示されるように、クロストークが生じている場合の遅延プロファイルには、クロストークに対応する極短時間の時間差分 td_cross が出現するとともに、対象物100からの反射波に対応する時間差分 t_d を表すピークが、AD変換による量子化ノイズ(noise)に埋もれてしまい正確に検出できない。よって、測距の性能が劣化してしまうことになる。

[0081] そこで、次に、クロストーク成分を除去できる測距装置について説明する。

[0082] 図14は、本技術の第2の実施の形態である測距装置の構成例を示すブロック図である。該第2の実施の形態は、上述した第1の実施の形態に、クロストーク成分を除去できる機能を付加したものである。

[0083] すなわち、第2の実施の形態である測距装置は、図3に示された第1の実施の形態にクロストーク測定部61、レプリカ信号生成部62、および減算部63を追加したものである。その他の構成要素については第1の実施の形態と共通であり、同一の符号を付しているので、その説明は適宜省略する。

[0084] クロストーク測定部61は、製造時などに対象物100が存在していないか、非常に遠方に存在している状態で該測距装置を動作させることにより、逆フーリエ変換部24から出力されるOFDM信号と、受信部31の各部から得られる情報とに基づき、クロストーク情報（時間差分 td_cross 、OFDM信号の振幅の減衰、位相の回転）を測定し、測定結果をレプリカ信号生成部62に供給する。なお、クロストーク測定部61がクロストーク情報を測定しているときには、後述するレプリカ信号生成部62および減算部63は動作させないものとする。

[0085] レプリカ信号生成部62は、クロストーク測定部61から供給されるクロストーク情報に基づき、逆フーリエ変換部から出力されるOFDM信号に対して、時間差分 td_cross の遅延、OFDM信号の振幅の減衰、位相の回転を行い、さらに、直交変調部25と同じ直交変調を行うことにより、クロストーク成分に対応するレプリカ信号を生成して減算部63に出力する。

[0086] 減算部63は、マイク32の集音結果（対象物100からの反射波とクロ

ストーク成分)に対応する受信信号からレプリカ信号を減算して直交復調部 33 に出力する。これにより、直交復調部 33 には、クロストーク成分に相当するレプリカ信号が除去された受信信号が供給されることになる。直交復調部 33 以降の処理は、第 1 の実施の形態と共通であるので、その説明は省略する。

[0087] 図 15 は、クロストーク成分に相当するレプリカ信号が減算されている場合に対応する遅延プロファイルを示している。

[0088] 同図と、図 13 に示されたクロストークが生じている場合に対応する遅延プロファイルとを比較すると以下のことが言える。すなわち、クロストーク成分に対応するレプリカ信号が減算されている場合の遅延プロファイルには、クロストークに対応する極短時間の時間差分 td_cross が出現しない。また、振幅が大きいクロストーク成分が存在しないことにより、AD 変換による量子化ノイズ(noise)が小さくなるので、対象物 100 からの反射波に対応する時間差分 t_d を表すピークを正確に検出することができる。よって、対象物 100 を正確に測距することができる。

[0089] なお、第 2 の実施の形態である測距装置に生じ得るクロストーク成分は、経年劣化などによって変化し得る。その場合、変化前、すなわち、製造時に測定されたクロストーク情報に基づいてレプリカ信号を生成していたのではクロストーク成分を正確に除去しきれない。

[0090] そこで、経年劣化に起因するクロストークにも対応できるように、対象物 100 を測距する場合にもクロストーク測定部 61 にて遅延プロファイルを監視するようにする。そして、クロストーク成分に対応する時間差分 td_cross が遅延プロファイルに出現するようになった場合、改めて製造時と同様にクロストーク情報を測定するようにする。このようにすれば、経年劣化でクロストーク成分に変化が生じて、それに対応することができ、対象物 100 を正確に測距することができる。

[0091] なお、クロストーク測定部 61 にて、所定の周期でクロストーク情報を測定、更新するようにしてもよい。このようにすれば、経年劣化でクロストー

ク成分に変化が生じて、それに対応することができ、対象物 100 を正確に測距することができる。

[0092] <本技術の第3の実施の形態である測距装置について>

ところで、本実施の形態のように測距に超音波を用いる場合、超音波を出力するスピーカ 27 と超音波を集音するマイク 32 は超音波帯域の周波数特性がフラットであることが理想である。しかしながら、アナログ部品であるスピーカ 27 およびマイク 32 は、それぞれ個体固有の周波数特性を有するので、以下に説明する問題が生じ得る。

[0093] 図 16 乃至図 18 は、スピーカ 27 およびマイク 32 の周波数特性に起因する問題を説明するための図である。

[0094] スピーカ 27 およびマイク 32 の周波数特性がフラットである場合、受信部 31 のフーリエ変換部 34 によるフーリエ変換後のスペクトルは、図 16 に示されるように歪みなく、平坦なものとなる。

[0095] しかしながら、実際には、スピーカ 27 およびマイク 32 の周波数特性が影響し、受信部 31 のフーリエ変換部 34 によるフーリエ変換後のスペクトルは、図 17 に示されるように歪みが生じたものとなる。

[0096] このように、歪みが生じたフーリエ変換結果に基づいて伝達関数を算出し、遅延プロファイルを求めると、該遅延プロファイルには、図 18 に示されるように、マルチパスが生じている状態と同様に複数のピークが出現してしまい、対象物 100 からの反射波に対応するピークを正確に検出できなくなってしまう。

[0097] そこで、次に、スピーカ 27 およびマイク 32 の周波数特性の影響を除去できる測距装置について説明する。

[0098] 図 19 は、本技術の第3の実施の形態である測距装置の構成例を示すブロック図である。該第3の実施の形態は、上述した第1の実施の形態に、スピーカ 27 およびマイク 32 の周波数特性の影響を除去できる機能を付加したものである。

[0099] すなわち、第3の実施の形態である測距装置は、図 3 に示された第1の実

施の形態のデジタル変調部 23 と逆フーリエ変換部 24 の間にキャンセル部 81 を追加したものである。その他の構成要素については第 1 の実施の形態と共通であり、同一の符号を付しているので、その説明は適宜省略する。

[0100] キャンセル部 81 は、予め保持されているスピーカ 27 およびマイク 32 の周波数特性の逆特性をデジタル変調部 23 の出力にかけてから逆フーリエ変換部 24 に出力する。なお、スピーカ 27 およびマイク 32 の周波数特性は、製造時に、図 17 に示されたようなフーリエ変換後の歪みが生じたスペクトルが測定されており、キャンセル部 81 には、その逆特性が予め保持されているものとする。

[0101] 図 20 は、製造時に測定されたスピーカ 27 およびマイク 32 の周波数特性が図 17 に示されたものである場合におけるその逆特性を示している。

[0102] キャンセル部 81 における具体的な処理は以下のとおりである。

$X(i)$: i 番目のサブキャリアの信号

$M(i)$: i 番目のサブキャリアの位置におけるスピーカ 27 の周波数特性

$H(i)$: i 番目のサブキャリアの位置におけるチャンネルの周波数特性

$S(i)$: i 番目のサブキャリアの位置におけるマイク 32 の周波数特性

$N(i)$: i 番目のサブキャリアの位置での AWGN

$Y(i)$: i 番目のサブキャリアの受信信号

各変数を上記のように定義した場合、キャンセル部 81 は、次式 (2) を計算することになる。

$$X'(i) = \{ (1/S(i) * 1/M(i)) * X(i) \} \quad \dots (2)$$

[0103] この場合、受信信号 $Y(i)$ は次式 (3) に示されるとおりとなる。

$$\begin{aligned} Y(i) &= S(i) * H(i) * M(i) * X'(i) + N(i) \\ &= S(i) * H(i) * M(i) * \{ (1/S(i) * 1/M(i)) * X(i) \} + N(i) \\ &= S(i) * (1/S(i)) * H(i) * M(i) * (1/M(i)) * X(i) + N(i) \end{aligned}$$

$$= H(i) * X(i) + N(i) \quad \dots (3)$$

[0104] 式(3)から明らかなように、受信信号 $Y(i)$ からはスピーカ27とマイク32の周波数特性が除去できていることがわかる。

[0105] したがって、本技術の第3の形態の場合、受信信号にスピーカ27とマイク32の周波数特性は影響しないことになるので、上述した遅延プロファイルに複数のピークが出現してしまうような問題の発生を抑止できる。よって、対象物100からの反射波に対応するピークを正確に検出できるので、対象物100を正確に測距することが可能となる。

[0106] なお、上述した第1乃至第3の実施の形態は、適宜組み合わせることも可能である。

[0107] ところで、上述した第1乃至第3の実施の形態である測距装置の処理は、ハードウェアにより実行することもできるし、ソフトウェアにより実行することもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行する場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、コンピュータにインストールされる。ここで、コンピュータには、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータや、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどが含まれる。

[0108] 図21は、上述した一連の処理をプログラムにより実行するコンピュータのハードウェアの構成例を示すブロック図である。

[0109] コンピュータにおいて、CPU(Central Processing Unit)201、ROM(Read Only Memory)202、RAM(Random Access Memory)203は、バス204により相互に接続されている。

[0110] バス204には、さらに、入出力インタフェース205が接続されている。入出力インタフェース205には、入力部206、出力部207、記憶部208、通信部209、およびドライブ210が接続されている。

[0111] 入力部206は、キーボード、マウス、マイクロフォンなどよりなる。出力部207は、ディスプレイ、スピーカなどよりなる。記憶部208は、ハ

ードディスクや不揮発性のメモリなどよりなる。通信部 209 は、ネットワークインタフェースなどよりなる。ドライブ 210 は、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、又は半導体メモリなどのリムーバブルメディア 211 を駆動する。

[0112] 以上のように構成されるコンピュータでは、CPU 201 が、例えば、記憶部 208 に記憶されているプログラムを、入出力インタフェース 205 およびバス 204 を介して、RAM 203 にロードして実行することにより、上述した一連の処理が行われる。

[0113] コンピュータ（CPU 201）が実行するプログラムは、例えば、パッケージメディア等としてのリムーバブルメディア 211 に記録して提供することができる。また、プログラムは、ローカルエリアネットワーク、インターネット、デジタル衛星放送といった、有線または無線の伝送媒体を介して提供することができる。

[0114] コンピュータでは、プログラムは、リムーバブルメディア 211 をドライブ 210 に装着することにより、入出力インタフェース 205 を介して、記憶部 208 にインストールすることができる。また、プログラムは、有線または無線の伝送媒体を介して、通信部 209 で受信し、記憶部 208 にインストールすることができる。その他、プログラムは、ROM 202 や記憶部 208 に、あらかじめインストールしておくことができる。

[0115] なお、コンピュータが実行するプログラムは、本明細書で説明する順序に沿って時系列に処理が行われるプログラムであってもよいし、並列に、あるいは呼び出しが行われたとき等の必要なタイミングで処理が行われるプログラムであってもよい。

[0116] <移動体への応用例>

本開示に係る技術（本技術）は、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、自動車、電気自動車、ハイブリッド電気自動車、自動二輪車、自転車、パーソナルモビリティ、飛行機、ドローン、船舶、ロボット等のいずれかの種類の移動体に搭載される装置として実現されても

よい。

[0117] 図 2 2 は、本開示に係る技術が適用され得る移動体制御システムの一例である車両制御システムの概略的な構成例を示すブロック図である。

[0118] 車両制御システム 1 2 0 0 0 は、通信ネットワーク 1 2 0 0 1 を介して接続された複数の電子制御ユニットを備える。図 2 2 に示した例では、車両制御システム 1 2 0 0 0 は、駆動系制御ユニット 1 2 0 1 0、ボディ系制御ユニット 1 2 0 2 0、車外情報検出ユニット 1 2 0 3 0、車内情報検出ユニット 1 2 0 4 0、及び統合制御ユニット 1 2 0 5 0 を備える。また、統合制御ユニット 1 2 0 5 0 の機能構成として、マイクロコンピュータ 1 2 0 5 1、音声画像出力部 1 2 0 5 2、及び車載ネットワーク I/F (i n t e r f a c e) 1 2 0 5 3 が図示されている。

[0119] 駆動系制御ユニット 1 2 0 1 0 は、各種プログラムにしたがって車両の駆動系に関連する装置の動作を制御する。例えば、駆動系制御ユニット 1 2 0 1 0 は、内燃機関又は駆動用モータ等の車両の駆動力を発生させるための駆動力発生装置、駆動力を車輪に伝達するための駆動力伝達機構、車両の舵角を調節するステアリング機構、及び、車両の制動力を発生させる制動装置等の制御装置として機能する。

[0120] ボディ系制御ユニット 1 2 0 2 0 は、各種プログラムにしたがって車体に装備された各種装置の動作を制御する。例えば、ボディ系制御ユニット 1 2 0 2 0 は、キーレスエントリシステム、スマートキーシステム、パワーウィンドウ装置、あるいは、ヘッドランプ、バックランプ、ブレーキランプ、ウinker又はフォグランプ等の各種ランプの制御装置として機能する。この場合、ボディ系制御ユニット 1 2 0 2 0 には、鍵を代替する携帯機から発信される電波又は各種スイッチの信号が入力され得る。ボディ系制御ユニット 1 2 0 2 0 は、これらの電波又は信号の入力を受け付け、車両のドアロック装置、パワーウィンドウ装置、ランプ等を制御する。

[0121] 車外情報検出ユニット 1 2 0 3 0 は、車両制御システム 1 2 0 0 0 を搭載した車両の外部の情報を検出する。例えば、車外情報検出ユニット 1 2 0 3

0には、撮像部12031が接続される。車外情報検出ユニット12030は、撮像部12031に車外の画像を撮像させるとともに、撮像された画像を受信する。車外情報検出ユニット12030は、受信した画像に基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等の物体検出処理又は距離検出処理を行ってもよい。

[0122] 撮像部12031は、光を受光し、その光の受光量に応じた電気信号を出力する光センサである。撮像部12031は、電気信号を画像として出力することもできるし、測距の情報として出力することもできる。また、撮像部12031が受光する光は、可視光であっても良いし、赤外線等の非可視光であっても良い。

[0123] 車内情報検出ユニット12040は、車内の情報を検出する。車内情報検出ユニット12040には、例えば、運転者の状態を検出する運転者状態検出部12041が接続される。運転者状態検出部12041は、例えば運転者を撮像するカメラを含み、車内情報検出ユニット12040は、運転者状態検出部12041から入力される検出情報に基づいて、運転者の疲労度合い又は集中度合いを算出してもよいし、運転者が居眠りをしていないかを判別してもよい。

[0124] マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030又は車内情報検出ユニット12040で取得される車内外の情報に基づいて、駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置の制御目標値を演算し、駆動系制御ユニット12010に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ12051は、車両の衝突回避あるいは衝撃緩和、車間距離に基づく追従走行、車速維持走行、車両の衝突警告、又は車両のレーン逸脱警告等を含むADAS (Advanced Driver Assistance System) の機能実現を目的とした協調制御を行うことができる。

[0125] また、マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030又は車内情報検出ユニット12040で取得される車両の周囲の情報に

基づいて駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置等を制御することにより、運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

[0126] また、マイクロコンピュータ 12051 は、車外情報検出ユニット 12030 で取得される車外の情報に基づいて、ボディ系制御ユニット 12020 に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、車外情報検出ユニット 12030 で検知した先行車又は対向車の位置に応じてヘッドランプを制御し、ハイビームをロービームに切り替える等の防眩を図ることを目的とした協調制御を行うことができる。

[0127] 音声画像出力部 12052 は、車両の搭乗者又は車外に対して、視覚的又は聴覚的に情報を通知することが可能な出力装置へ音声及び画像のうちの少なくとも一方の出力信号を送信する。図 22 の例では、出力装置として、オーディオスピーカ 12061、表示部 12062 及びインストルメントパネル 12063 が例示されている。表示部 12062 は、例えば、オンボードディスプレイ及びヘッドアップディスプレイの少なくとも一つを含んでもよい。

[0128] 図 23 は、撮像部 12031 の設置位置の例を示す図である。

[0129] 図 23 では、車両 12100 は、撮像部 12031 として、撮像部 12101、12102、12103、12104、12105 を有する。

[0130] 撮像部 12101、12102、12103、12104、12105 は、例えば、車両 12100 のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部等の位置に設けられる。フロントノーズに備えられる撮像部 12101 及び車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部 12105 は、主として車両 12100 の前方の画像を取得する。サイドミラーに備えられる撮像部 12102、12103 は、主として車両 12100 の側方の画像を取得する。リアバンパ又はバックドアに備えられる撮像部 12104 は、主として車両 12100 の後方の画像を取得する。撮像部 12101 及び 12105 で取得される前方の画像は、

主として先行車両又は、歩行者、障害物、信号機、交通標識又は車線等の検出に用いられる。

[0131] なお、図23には、撮像部12101ないし12104の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲12111は、フロントノーズに設けられた撮像部12101の撮像範囲を示し、撮像範囲12112, 12113は、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部12102, 12103の撮像範囲を示し、撮像範囲12114は、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部12104の撮像範囲を示す。例えば、撮像部12101ないし12104で撮像された画像データが重ね合わせられることにより、車両12100を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0132] 撮像部12101ないし12104の少なくとも1つは、距離情報を取得する機能を有していてもよい。例えば、撮像部12101ないし12104の少なくとも1つは、複数の撮像素子からなるステレオカメラであってもよいし、位相差検出用の画素を有する撮像素子であってもよい。

[0133] 例えば、マイクロコンピュータ12051は、撮像部12101ないし12104から得られた距離情報を基に、撮像範囲12111ないし12114内における各立体物までの距離と、この距離の時間的変化（車両12100に対する相対速度）を求めることにより、特に車両12100の進行路上にある最も近い立体物で、車両12100と略同じ方向に所定の速度（例えば、0km/h以上）で走行する立体物を先行車として抽出することができる。さらに、マイクロコンピュータ12051は、先行車の手前に予め確保すべき車間距離を設定し、自動ブレーキ制御（追従停止制御も含む）や自動加速制御（追従発進制御も含む）等を行うことができる。このように運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

[0134] 例えば、マイクロコンピュータ12051は、撮像部12101ないし12104から得られた距離情報を元に、立体物に関する立体物データを、2輪車、普通車両、大型車両、歩行者、電柱等その他の立体物に分類して抽出

し、障害物の自動回避に用いることができる。例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、車両 12100 の周辺の障害物を、車両 12100 のドライバが視認可能な障害物と視認困難な障害物とに識別する。そして、マイクロコンピュータ 12051 は、各障害物との衝突の危険度を示す衝突リスクを判断し、衝突リスクが設定値以上で衝突可能性がある状況であるときには、オーディオスピーカ 12061 や表示部 12062 を介してドライバに警報を出力することや、駆動系制御ユニット 12010 を介して強制減速や回避操舵を行うことで、衝突回避のための運転支援を行うことができる。

[0135] 撮像部 12101 ないし 12104 の少なくとも 1 つは、赤外線を検出する赤外線カメラであってもよい。例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、撮像部 12101 ないし 12104 の撮像画像中に歩行者が存在するかどうかを判定することで歩行者を認識することができる。かかる歩行者の認識は、例えば赤外線カメラとしての撮像部 12101 ないし 12104 の撮像画像における特徴点を抽出する手順と、物体の輪郭を示す一連の特徴点にパターンマッチング処理を行って歩行者か否かを判別する手順によって行われる。マイクロコンピュータ 12051 が、撮像部 12101 ないし 12104 の撮像画像中に歩行者が存在すると判定し、歩行者を認識すると、音声画像出力部 12052 は、当該認識された歩行者に強調のための方形輪郭線を重畳表示するように、表示部 12062 を制御する。また、音声画像出力部 12052 は、歩行者を示すアイコン等を所望の位置に表示するように表示部 12062 を制御してもよい。

[0136] 以上、本開示に係る技術が適用され得る車両制御システムの一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、例えば、測距を行う撮像部 12031 に代えて、測距を行う撮像部 12031 に併用して適用することができる。

[0137] なお、本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

[0138] 本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

送信信号にOFDM変調を行うことによりOFDM信号を生成するOFDM変調部と、
前記OFDM信号を超音波を搬送波として出力する出力部と、
出力された前記超音波の対象物における反射波としての超音波を受信信号として集音する集音部と、
前記受信信号を復調することにより復調信号を生成する復調部と、
前記OFDM信号の生成過程で得られる自信号と前記復調信号とに基づいて遅延プロファイルを算出する算出部と、
前記遅延プロファイルから前記超音波の遅延時間を求め、前記遅延時間に基づいて前記対象物までの距離を演算する演算部と
を備える測距装置。

(2)

前記復調信号を前記OFDM信号で除算することにより伝達関数を生成する除算部を
さらに備え、
前記算出部は、前記伝達関数に逆フーリエ変換を行うことにより前記遅延プロファイルを算出する
前記(1)に記載の測距装置。

(3)

前記超音波によって搬送される前の前記OFDM信号の直交変調を行う直交変調部を
さらに備え、
前記復調部は、前記受信信号に前記直交変調に対応する直交復調を行い、フーリエ変換を行うことにより前記復調信号を生成する
前記(1)または(2)に記載の測距装置。

(4)

前記OFDM変調部は、前記OFDM信号にガードインターバルを設ける
前記(1)から(3)のいずれかに記載の測距装置。

(5)

前記OFDM変調部は、OFDM有効シンボル長と同じ長さを有する前記ガードインターバルを設ける

前記(4)に記載の測距装置。

(6)

前記OFDM変調部は、OFDM変調におけるパラメータであるFFTサイズを2の累乗とし、搬送波数を前記FFTサイズの $1/2$ とする

前記(1)から(5)のいずれかに記載の測距装置。

(7)

クロストーク成分に対応するレプリカ信号を生成するレプリカ信号生成部と、

前記受信信号から前記レプリカ信号を減算する減算部と

さらに備える前記(1)から(6)のいずれかに記載の測距装置。

(8)

クロストーク情報を測定するクロストーク測定部をさらに備え、

前記レプリカ信号生成部は、前記クロストーク情報に基づいて前記レプリカ信号を生成する

前記(7)に記載の測距装置。

(9)

クロストーク測定部は、前記クロストーク情報として、クロストークに対応する遅延時間、OFDM信号の振幅の減衰、または位相の回転のうちの少なくとも一つを測定する

前記(8)に記載の測距装置。

(10)

前記クロストーク測定部は、前記クロストーク情報を定期的に更新する

前記(8)または(9)に記載の測距装置。

(11)

前記クロストーク測定部は、前記遅延プロファイルにクロストークに対応

するピークが出現した場合、前記クロストーク情報を更新する

前記（８）または（９）に記載の測距装置。

（１２）

前記出力部としての超音波スピーカと、前記集音部としての超音波マイクロフォンの周波数特性に起因する前記受信信号の歪みを補正するキャンセル部を

さらに備える前記（１）から（１１）のいずれかに記載の測距装置。

（１３）

前記キャンセル部は、前記OFDM変調部に含まれている

前記（１２）に記載の測距装置。

（１４）

前記キャンセル部は、超音波スピーカと前記超音波マイクロフォンの周波数特性に対する逆特性を前記OFDM信号の生成過程において乗算する

前記（１３）に記載の測距装置。

（１５）

測距装置による測距方法において、

前記測距装置による、

送信信号にOFDM変調を行うことによりOFDM信号を生成するOFDM変調ステップと、

前記OFDM信号を超音波を搬送波として出力する出力ステップと、

出力された前記超音波の対象物における反射波としての超音波を受信信号として集音集音するステップと、

前記受信信号を復調することにより復調信号を生成する復調ステップと

、

前記OFDM信号の生成過程で得られる自信号と前記復調信号とに基づいて遅延プロファイルを算出する算出ステップと、

前記遅延プロファイルから前記超音波の遅延時間を求め、前記遅延時間に基づいて前記対象物までの距離を演算する演算ステップと

を含む測距方法。

(16)

コンピュータを、

送信信号にOFDM変調を行うことによりOFDM信号を生成するOFDM変調部と、

前記OFDM信号を超音波を搬送波として出力する出力部と、

出力された前記超音波の対象物における反射波としての超音波を受信信号として集音する集音部と、

前記受信信号を復調することにより復調信号を生成する復調部と、

前記OFDM信号の生成過程で得られる自信号と前記復調信号とに基づいて遅延プロファイルを算出する算出部と、

前記遅延プロファイルから前記超音波の遅延時間を求め、前記遅延時間に基づいて前記対象物までの距離を演算する演算部と

して機能させるプログラム。

符号の説明

[0139] 21 送信部, 22 OFDM変調部, 23 デジタル変調部, 24 逆フーリエ変換部, 25 直行変調部, 26 ローカルオスシレータ, 27 超音波スピーカ, 31 受信部, 32 超音波スピーカ, 33 直交復調部, 34 フーリエ変換部, 35 除算部, 36 逆フーリエ変換部, 41 演算部, 61 クロストーク測定部, 62 レプリカ信号生成部, 63 減算部, 81 キャンセル部

請求の範囲

- [請求項1] 送信信号にOFDM変調を行うことによりOFDM信号を生成するOFDM変調部と、
前記OFDM信号を超音波を搬送波として出力する出力部と、
出力された前記超音波の対象物における反射波としての超音波を受信信号として集音する集音部と、
前記受信信号を復調することにより復調信号を生成する復調部と、
前記OFDM信号の生成過程で得られる自信号と前記復調信号とに基づいて遅延プロファイルを算出する算出部と、
前記遅延プロファイルから前記超音波の遅延時間を求め、前記遅延時間に基づいて前記対象物までの距離を演算する演算部と
を備える測距装置。
- [請求項2] 前記復調信号を前記OFDM信号で除算することにより伝達関数を生成する除算部を
さらに備え、
前記算出部は、前記伝達関数に逆フーリエ変換を行うことにより前記遅延プロファイルを算出する
請求項1に記載の測距装置。
- [請求項3] 前記超音波によって搬送される前の前記OFDM信号の直交変調を行う直交変調部を
さらに備え、
前記復調部は、前記受信信号に前記直交変調に対応する直交復調を行い、フーリエ変換を行うことにより前記復調信号を生成する
請求項1に記載の測距装置。
- [請求項4] 前記OFDM変調部は、前記OFDM信号にガードインターバルを設ける
請求項1に記載の測距装置。
- [請求項5] 前記OFDM変調部は、OFDM有効シンボル長と同じ長さを有する前記ガードインターバルを設ける

請求項 4 に記載の測距装置。

[請求項6] 前記OFDM変調部は、OFDM変調におけるパラメータであるFFTサイズを2の累乗とし、搬送波数を前記FFTサイズの $1/2$ とする

請求項 1 に記載の測距装置。

[請求項7] クロストーク成分に対応するレプリカ信号を生成するレプリカ信号生成部と、

前記受信信号から前記レプリカ信号を減算する減算部と

さらに備える請求項 1 に記載の測距装置。

[請求項8] クロストーク情報を測定するクロストーク測定部をさらに備え、
前記レプリカ信号生成部は、前記クロストーク情報に基づいて前記レプリカ信号を生成する

請求項 7 に記載の測距装置。

[請求項9] クロストーク測定部は、前記クロストーク情報として、クロストークに対応する遅延時間、OFDM信号の振幅の減衰、または位相の回転のうちの少なくとも一つを測定する

請求項 8 に記載の測距装置。

[請求項10] 前記クロストーク測定部は、前記クロストーク情報を定期的に更新する

請求項 8 に記載の測距装置。

[請求項11] 前記クロストーク測定部は、前記遅延プロファイルにクロストークに対応するピークが出現した場合、前記クロストーク情報を更新する
請求項 8 に記載の測距装置。

[請求項12] 前記出力部としての超音波スピーカと、前記集音部としての超音波マイクロフォンの周波数特性に起因する前記受信信号の歪みを補正するキャンセル部を

さらに備える請求項 1 に記載の測距装置。

[請求項13] 前記キャンセル部は、前記OFDM変調部に含まれている
請求項 1 2 に記載の測距装置。

[請求項14] 前記キャンセル部は、超音波スピーカと前記超音波マイクロフォンの周波数特性に対する逆特性を前記OFDM信号の生成過程において乗算する

請求項13に記載の測距装置。

[請求項15] 測距装置による測距方法において、
前記測距装置による、
送信信号にOFDM変調を行うことによりOFDM信号を生成するOFDM変調ステップと、

前記OFDM信号を超音波を搬送波として出力する出力ステップと、
出力された前記超音波の対象物における反射波としての超音波を受信信号として集音集音するステップと、

前記受信信号を復調することにより復調信号を生成する復調ステップと、

前記OFDM信号の生成過程で得られる自信号と前記復調信号とに基づいて遅延プロファイルを算出する算出ステップと、

前記遅延プロファイルから前記超音波の遅延時間を求め、前記遅延時間に基づいて前記対象物までの距離を演算する演算ステップと
を含む測距方法。

[請求項16] コンピュータを、
送信信号にOFDM変調を行うことによりOFDM信号を生成するOFDM変調部と、

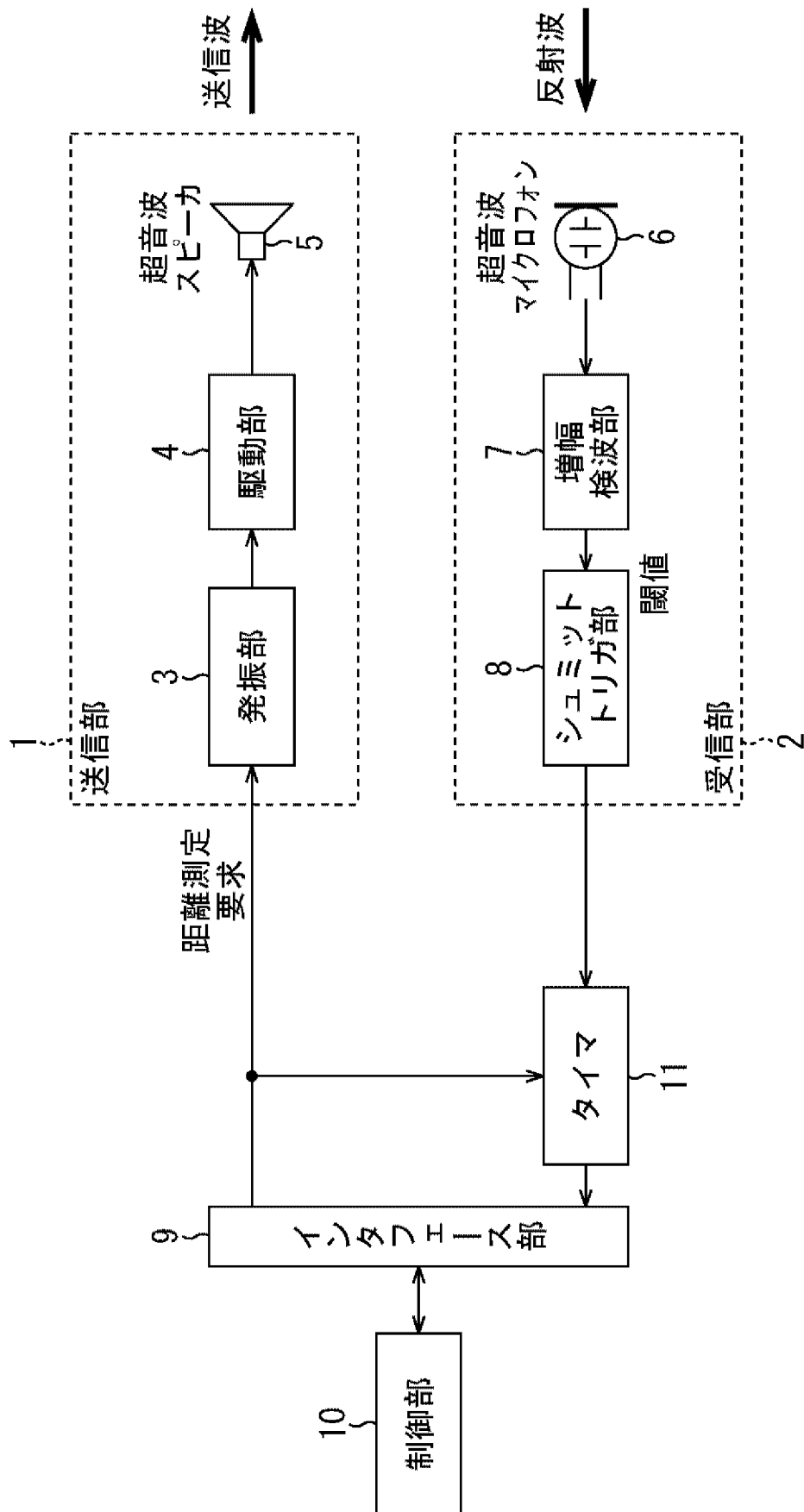
前記OFDM信号を超音波を搬送波として出力する出力部と、
出力された前記超音波の対象物における反射波としての超音波を受信信号として集音する集音部と、

前記受信信号を復調することにより復調信号を生成する復調部と、
前記OFDM信号の生成過程で得られる自信号と前記復調信号とに基づいて遅延プロファイルを算出する算出部と、

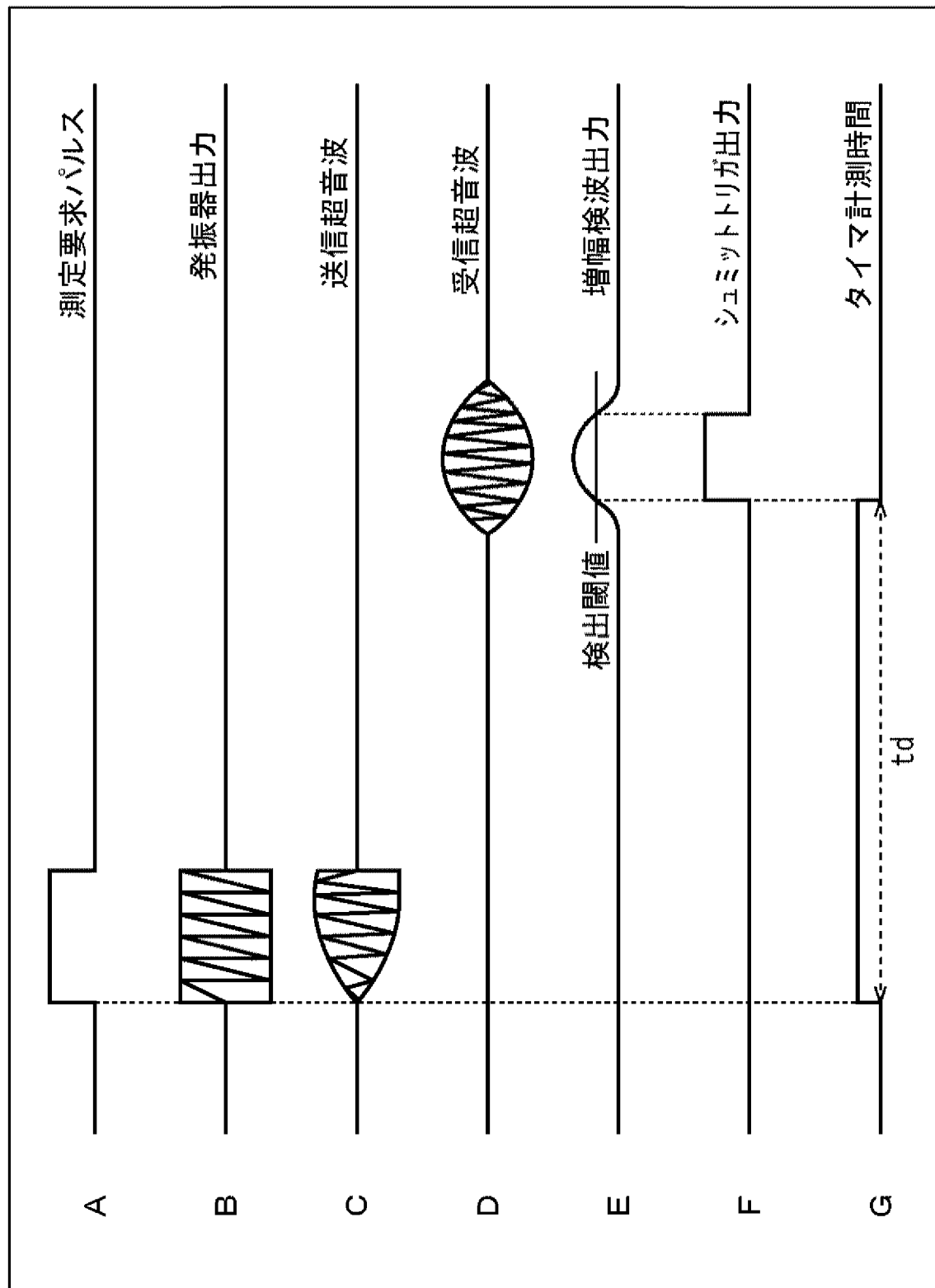
前記遅延プロファイルから前記超音波の遅延時間を求め、前記遅延

時間に基づいて前記対象物までの距離を演算する演算部として機能させるプログラム。

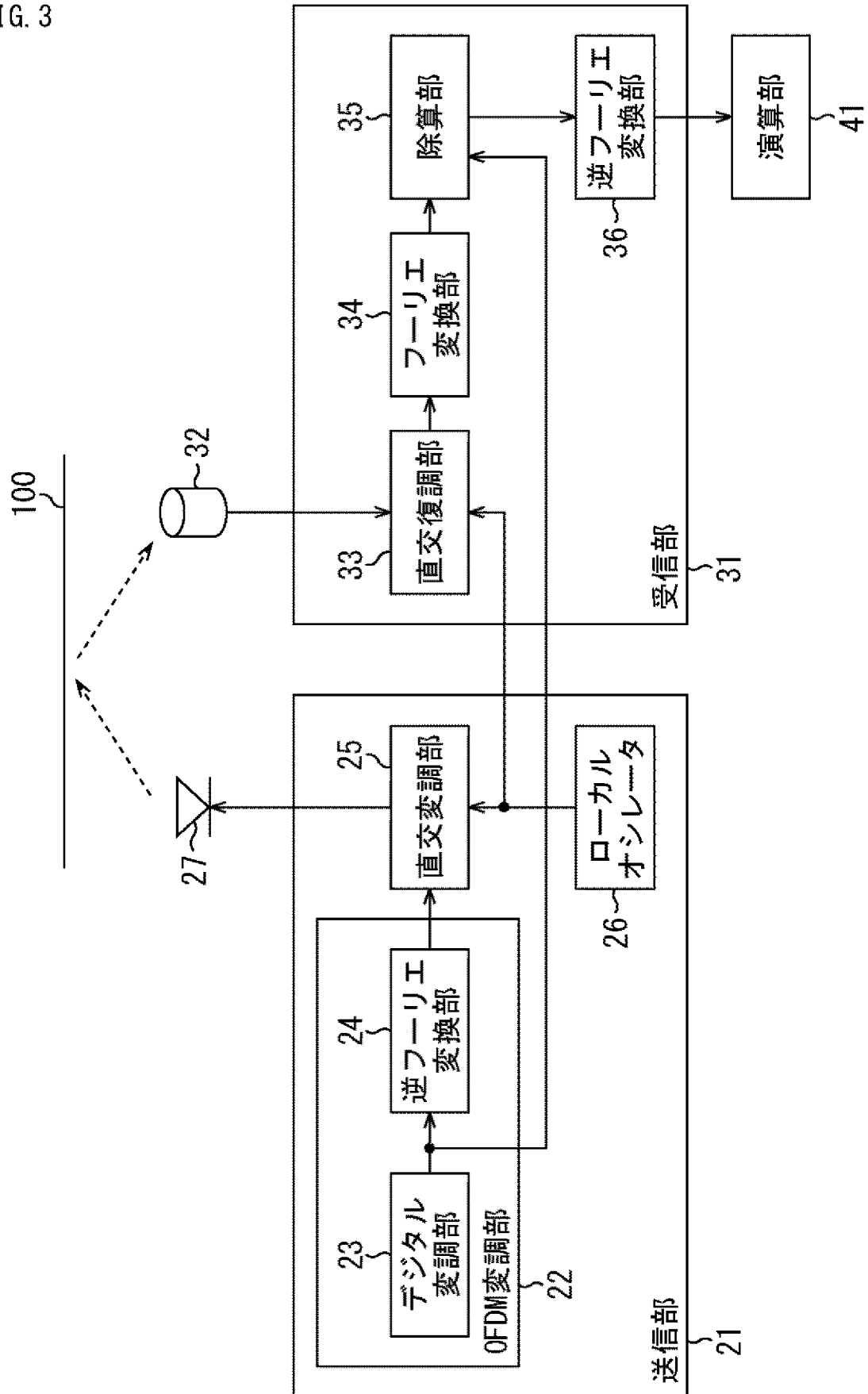
[図1]
FIG. 1

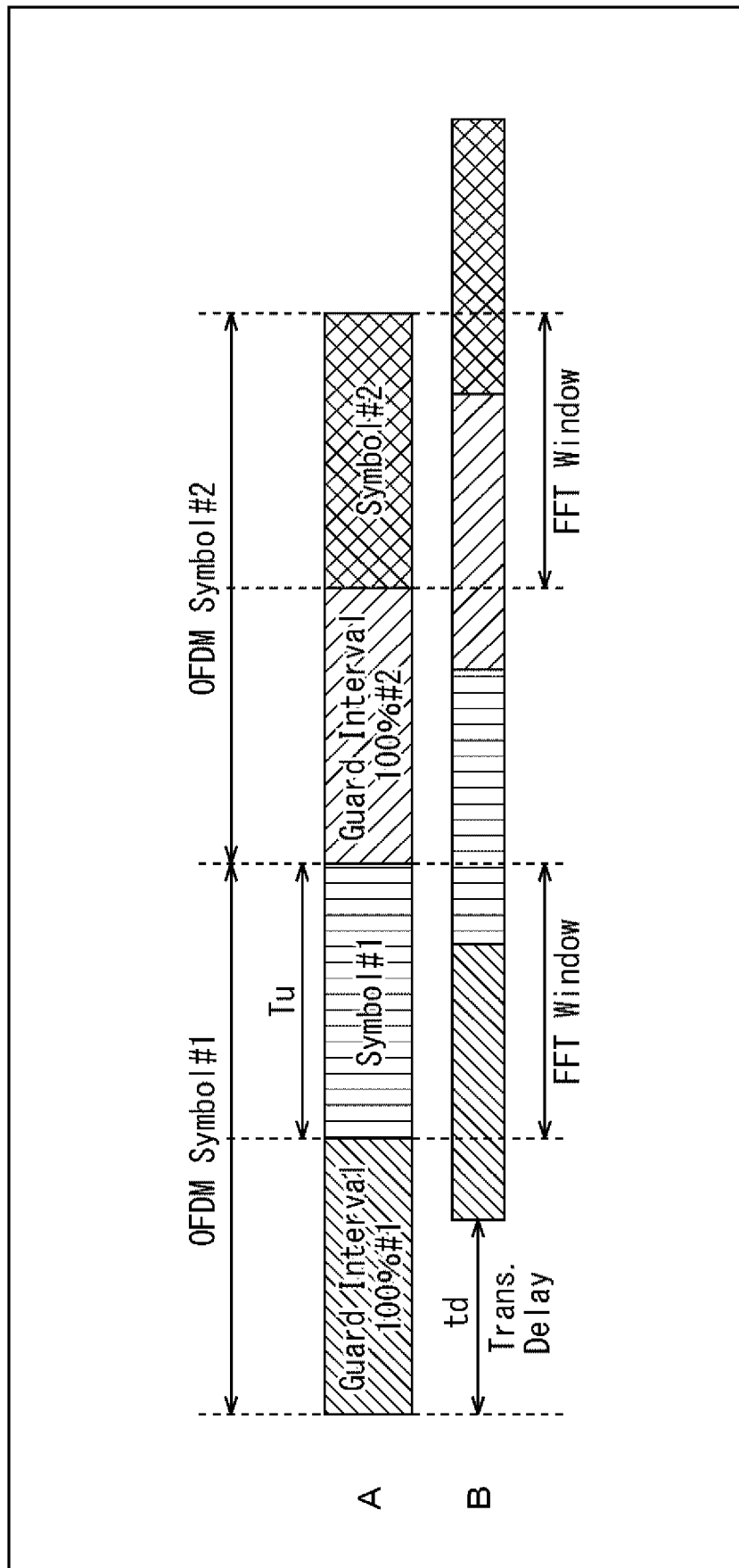


[図2]
FIG. 2



[図3]
FIG. 3

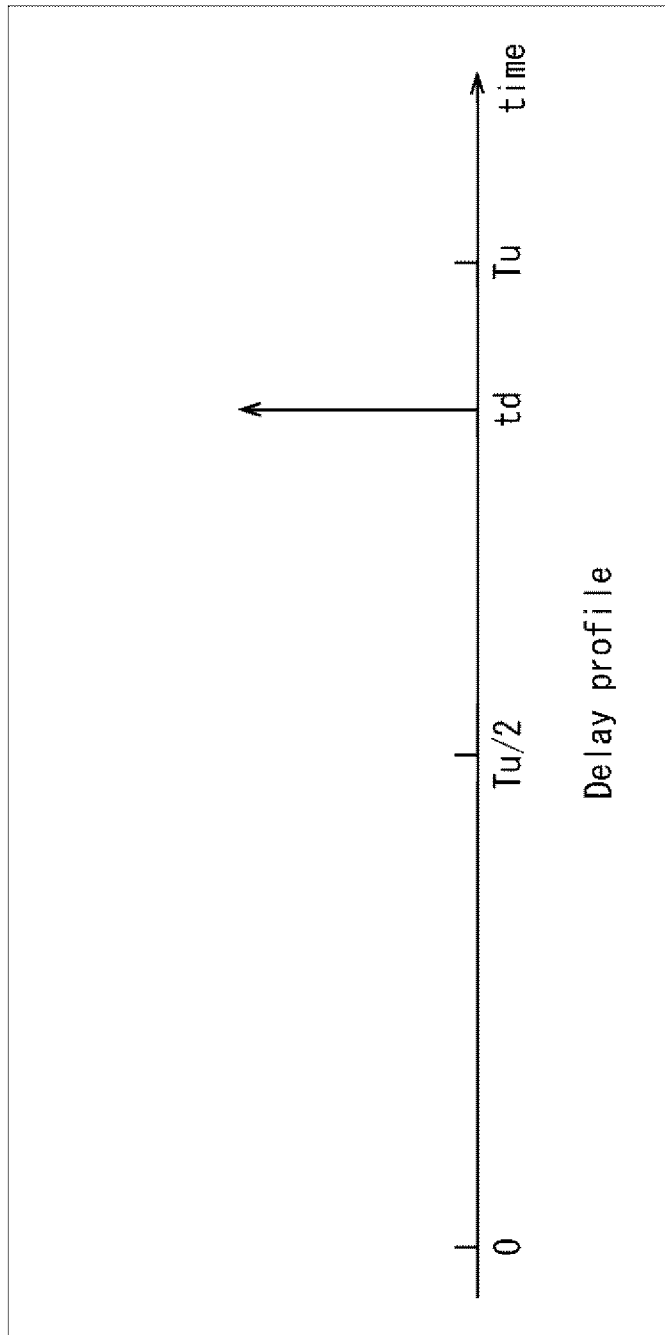


[図4]
FIG. 4

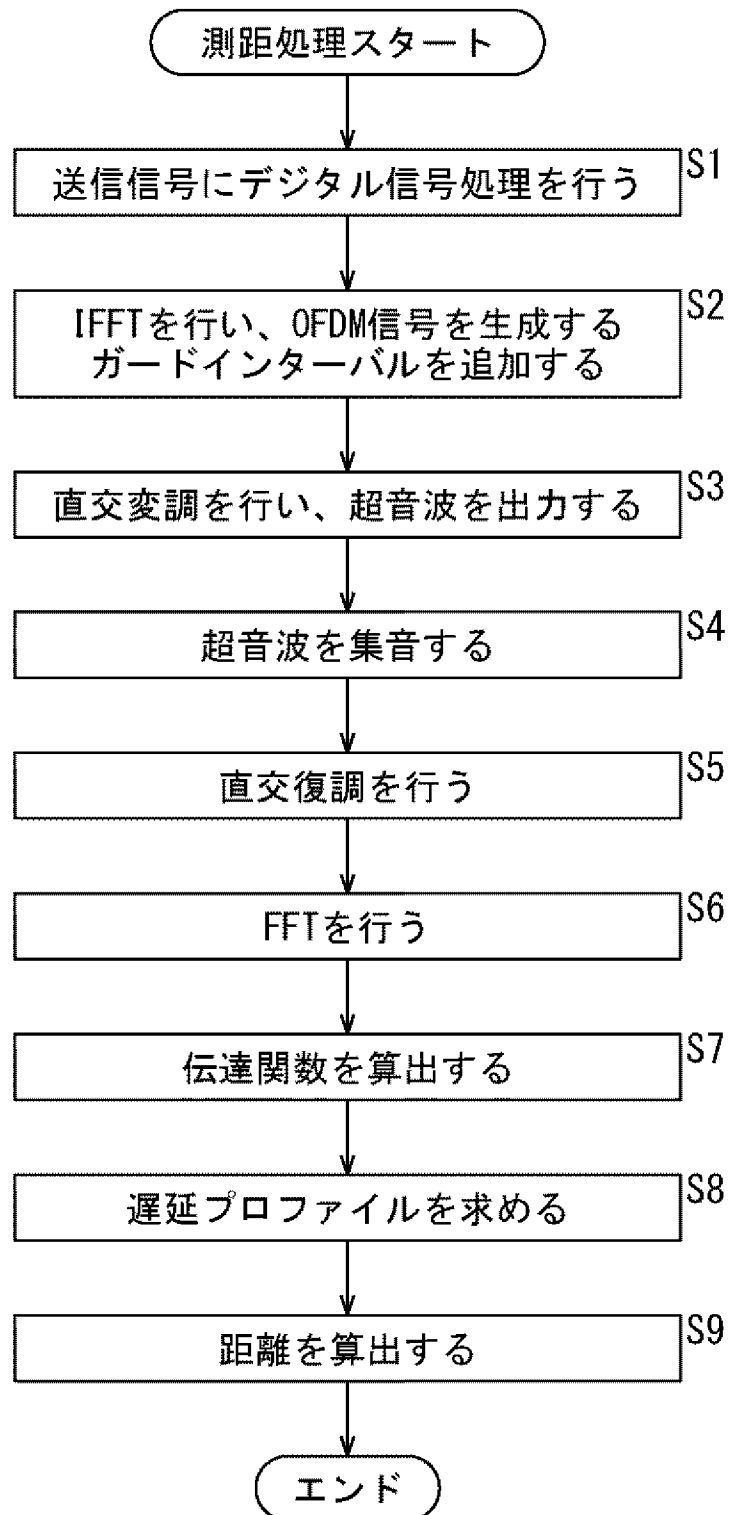
[図5]
FIG. 5

OFDM帯域幅	Bw[kHz]	8.192	16.384
最大検出距離	Lmax[m]	21.25	
検出精度	Ls[cm]	4.15	2.08
搬送波間隔	fsc[Hz]	16	
搬送波数	K	512	1024
FFTサイズ	N	1024	2048
サンプリング周波数	fs[kHz]	16.384	32.784
OFDMシンボル長	Ts[ms]	125	
OFDM有効シンボル長	Tu[ms]	62.5	
ガードインターバル長	Tg[ms]	62.5 (100%)	

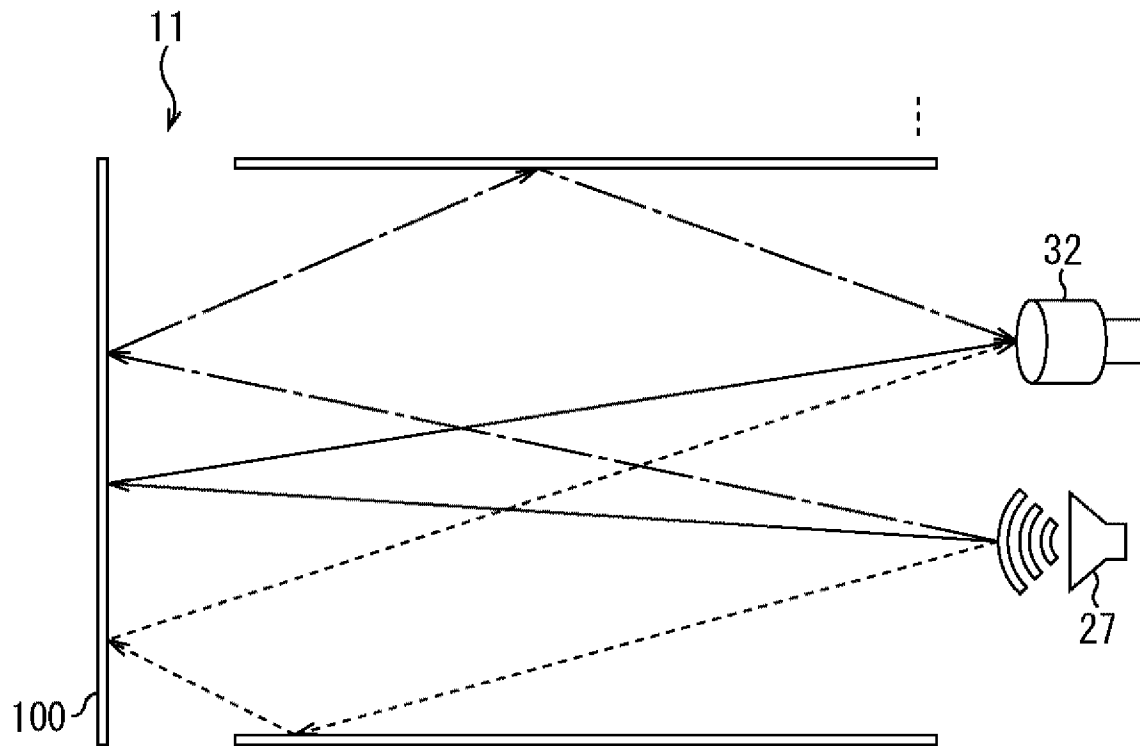
[図6]
FIG. 6



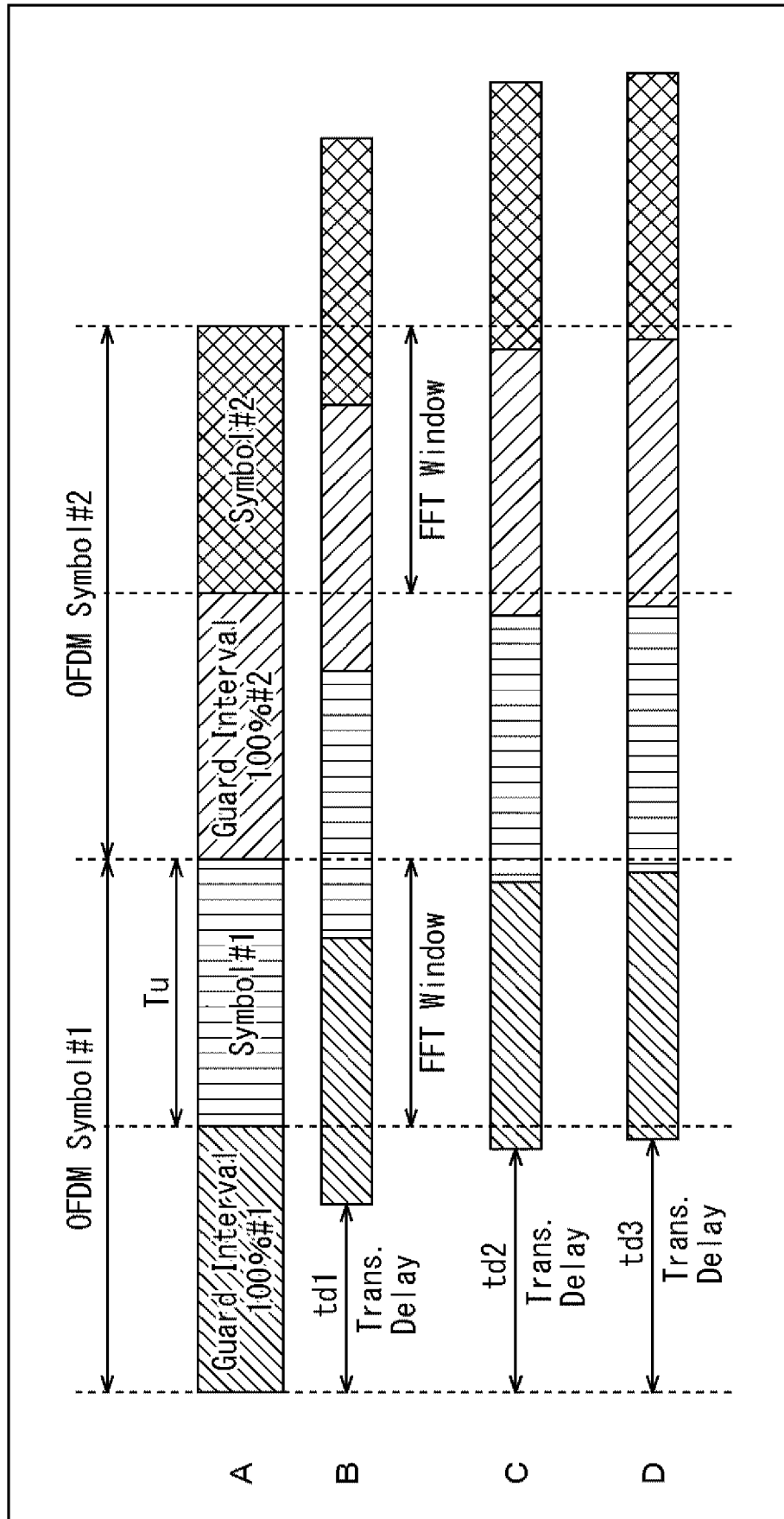
[図7]
FIG. 7



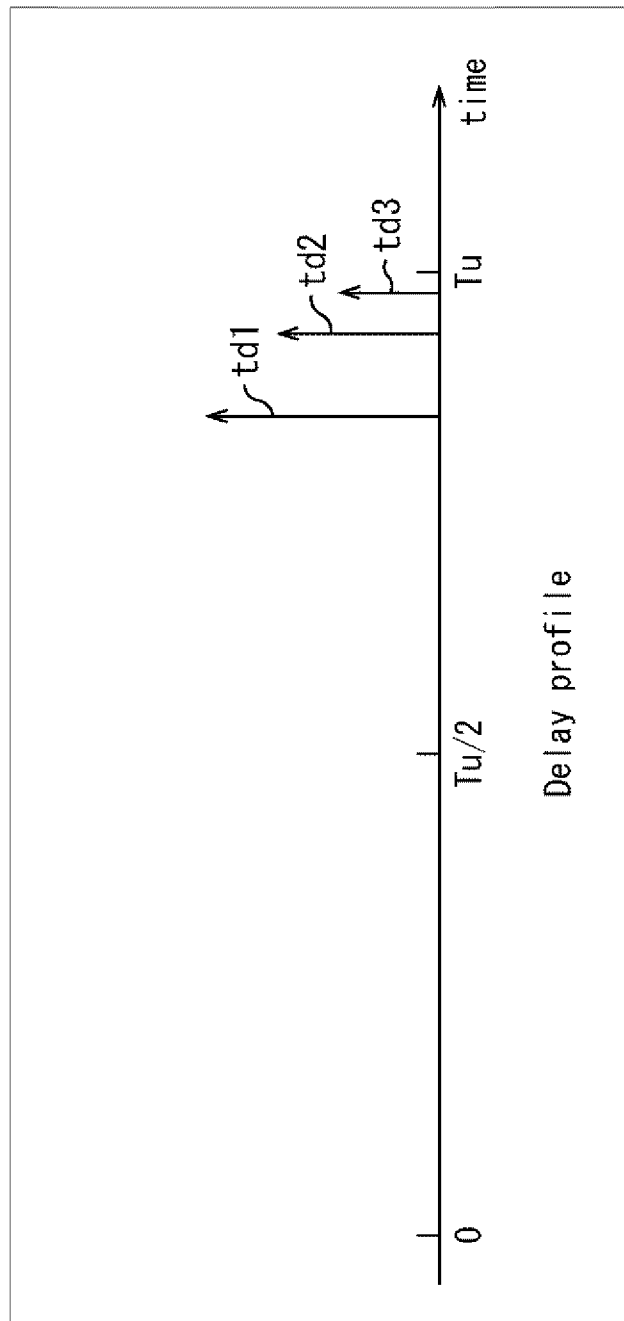
[図8]
FIG. 8

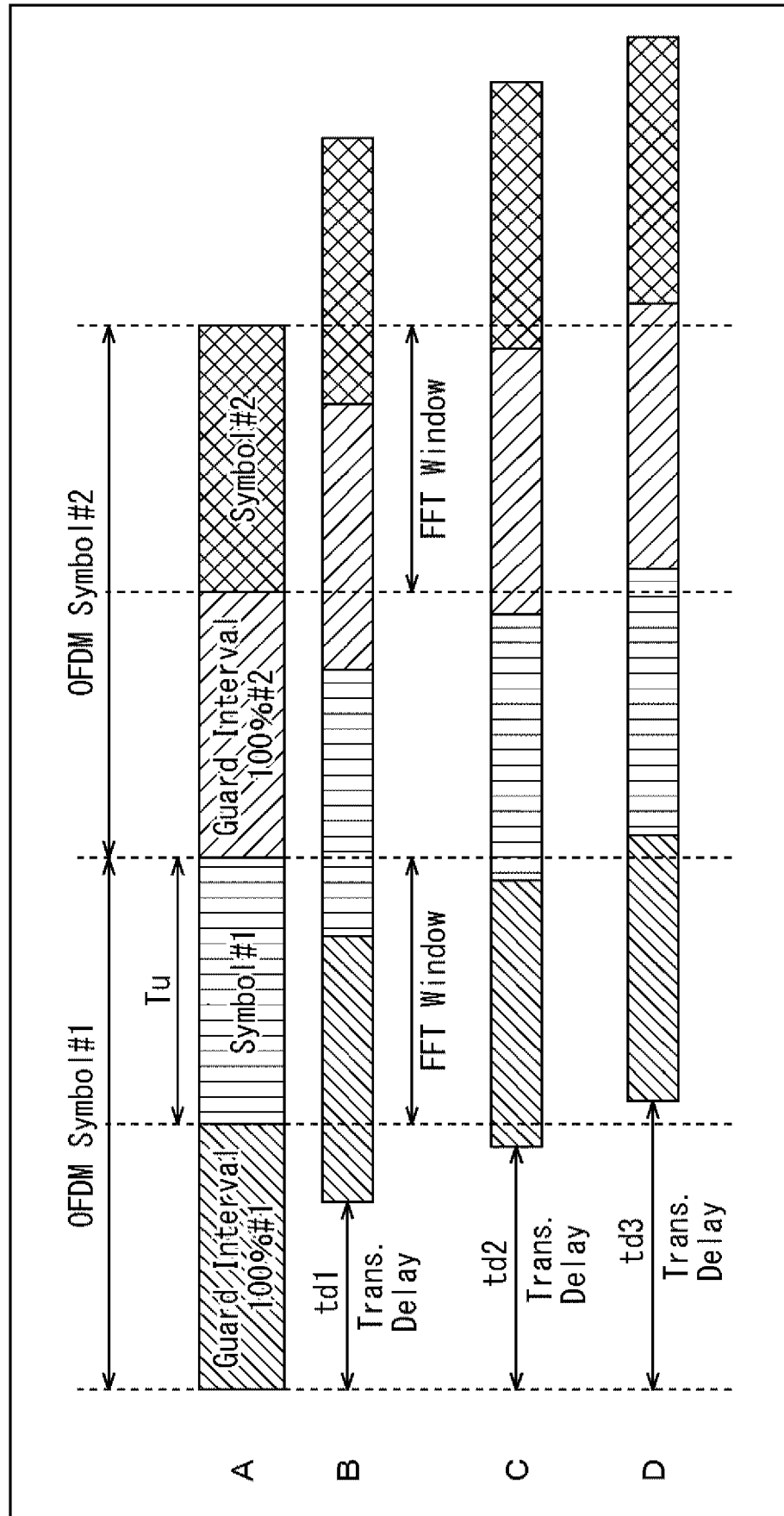


[図9]
FIG. 9

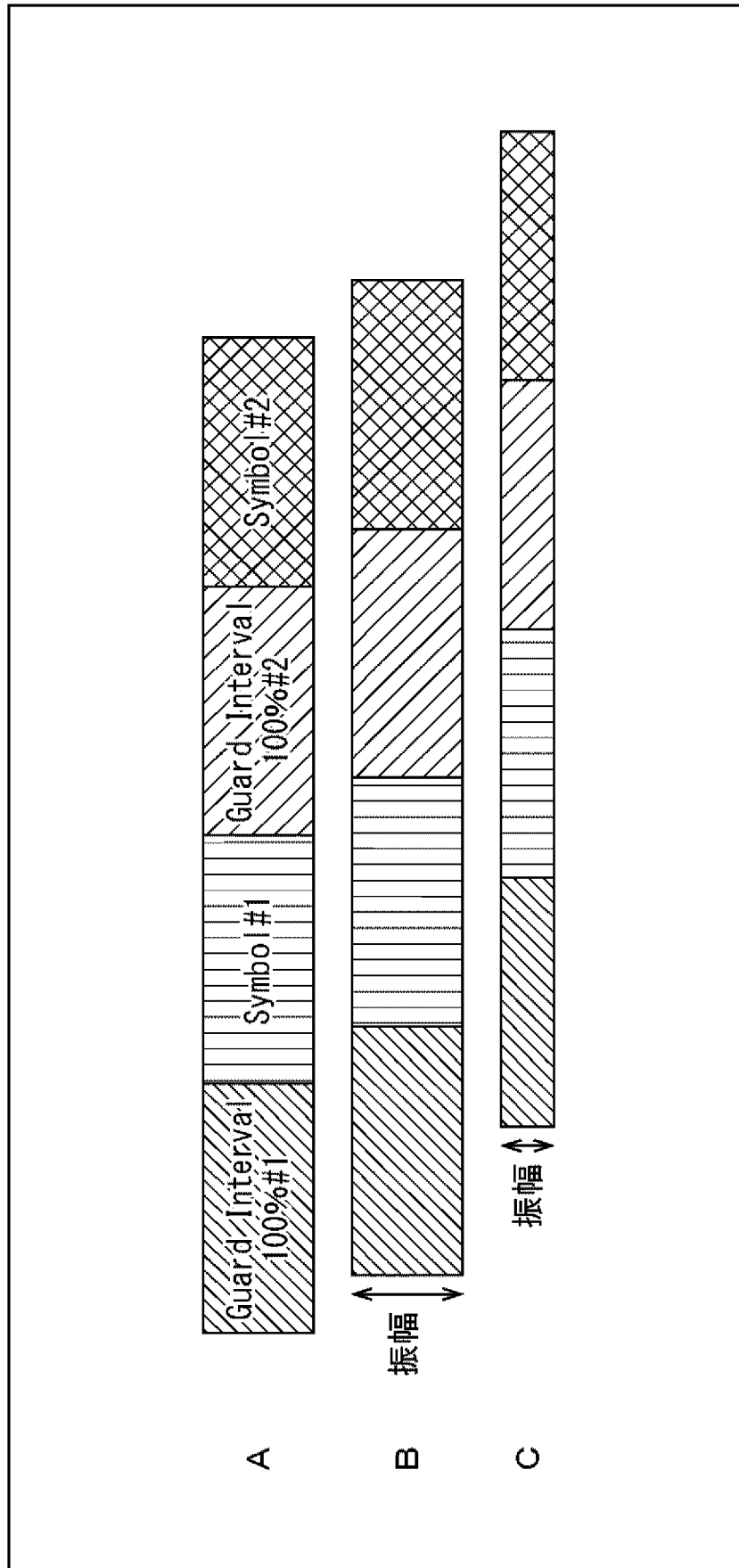


[図10]
FIG. 10

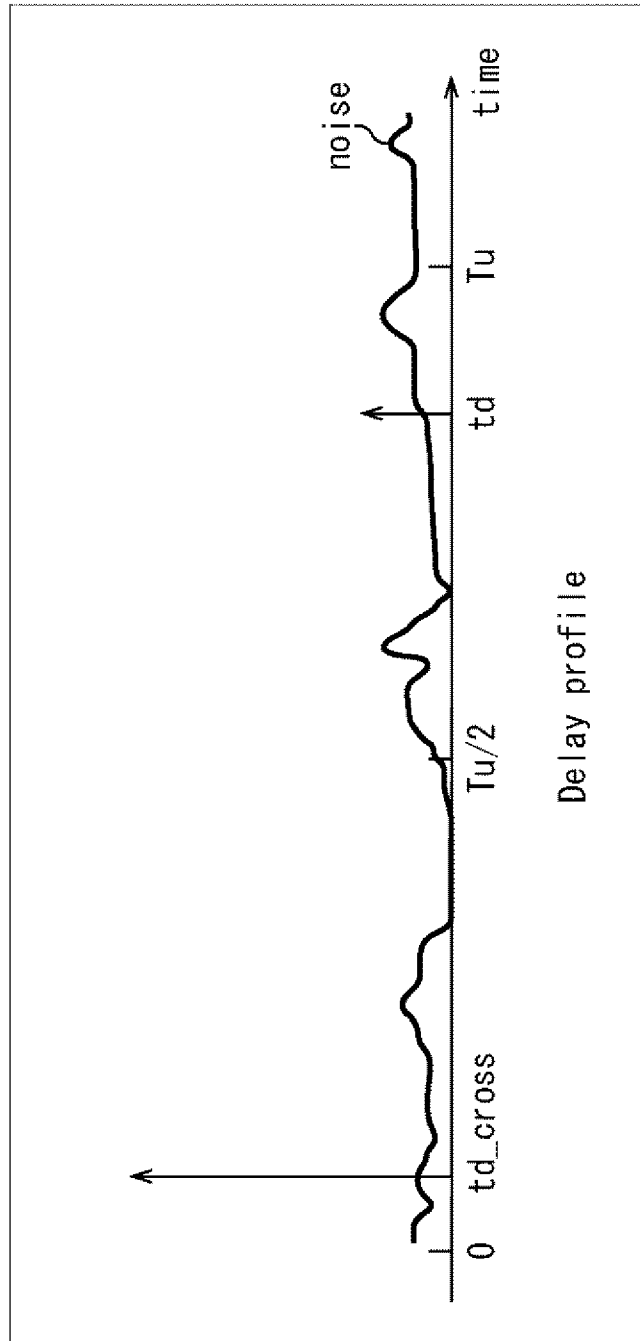


[図11]
FIG. 11

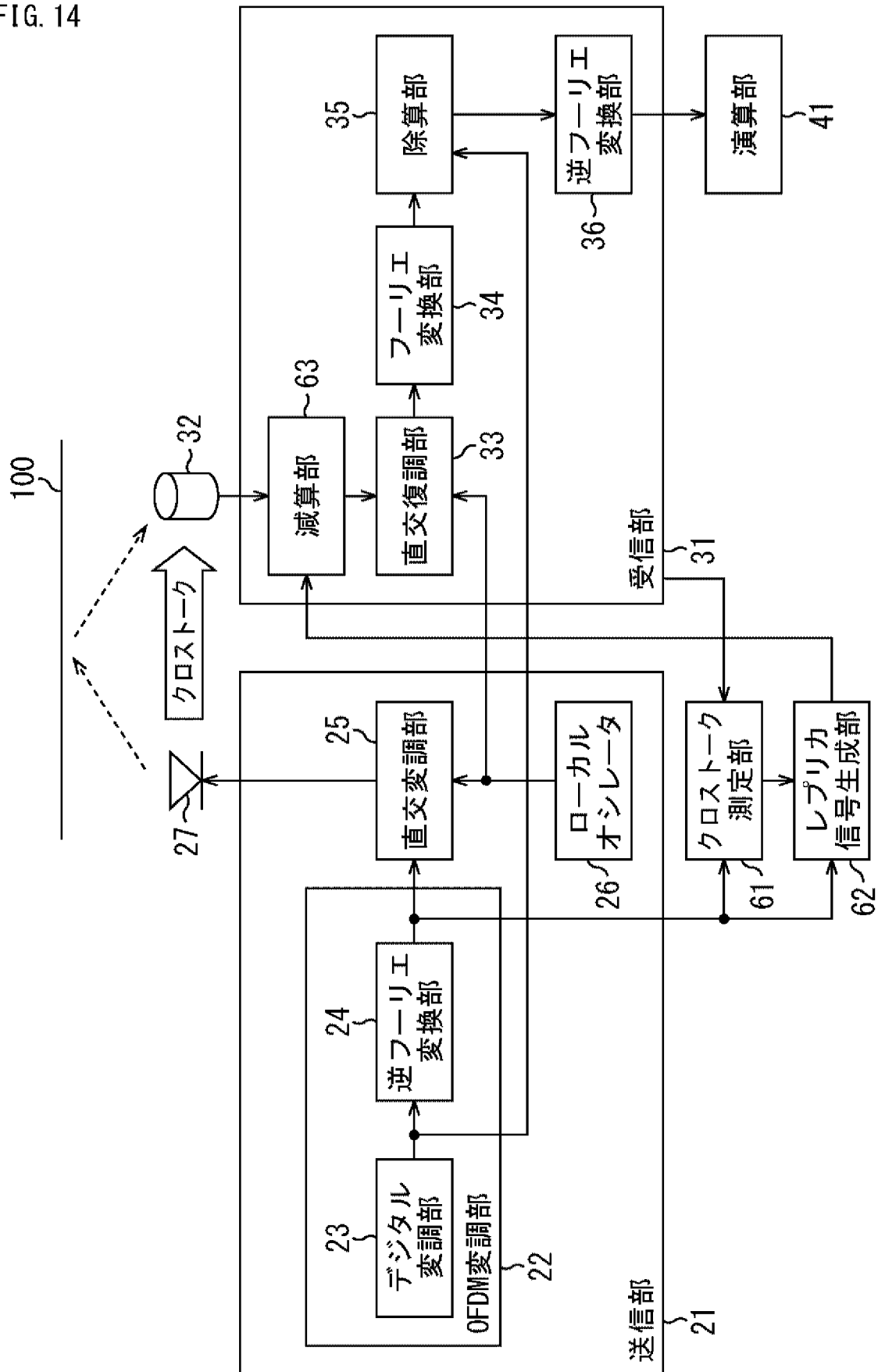
[図12]
FIG. 12



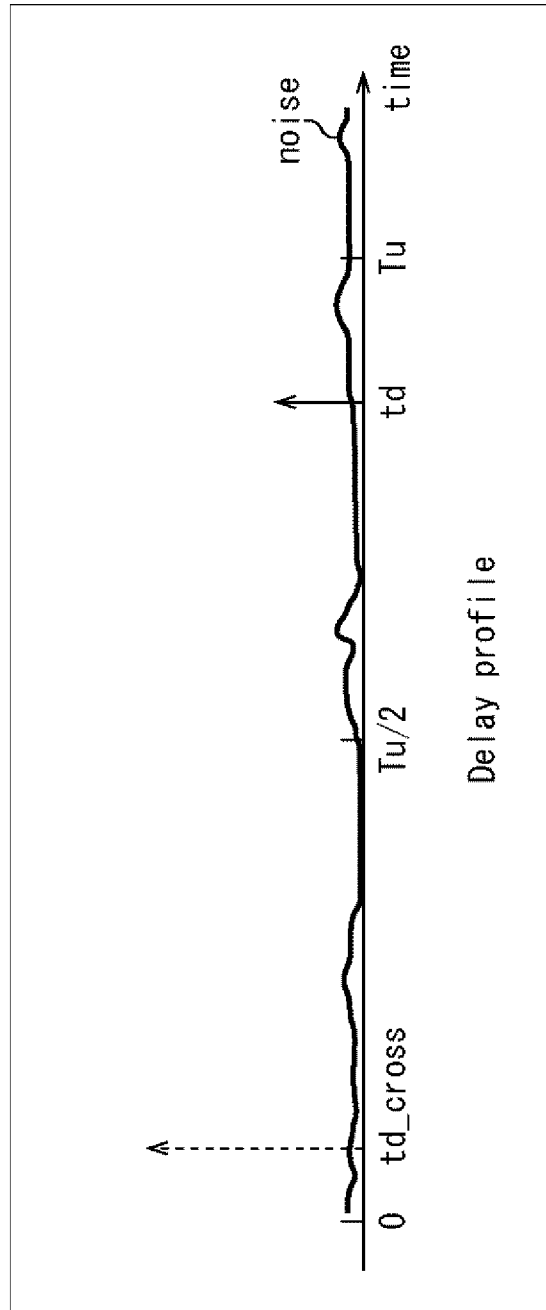
[図13]
FIG. 13



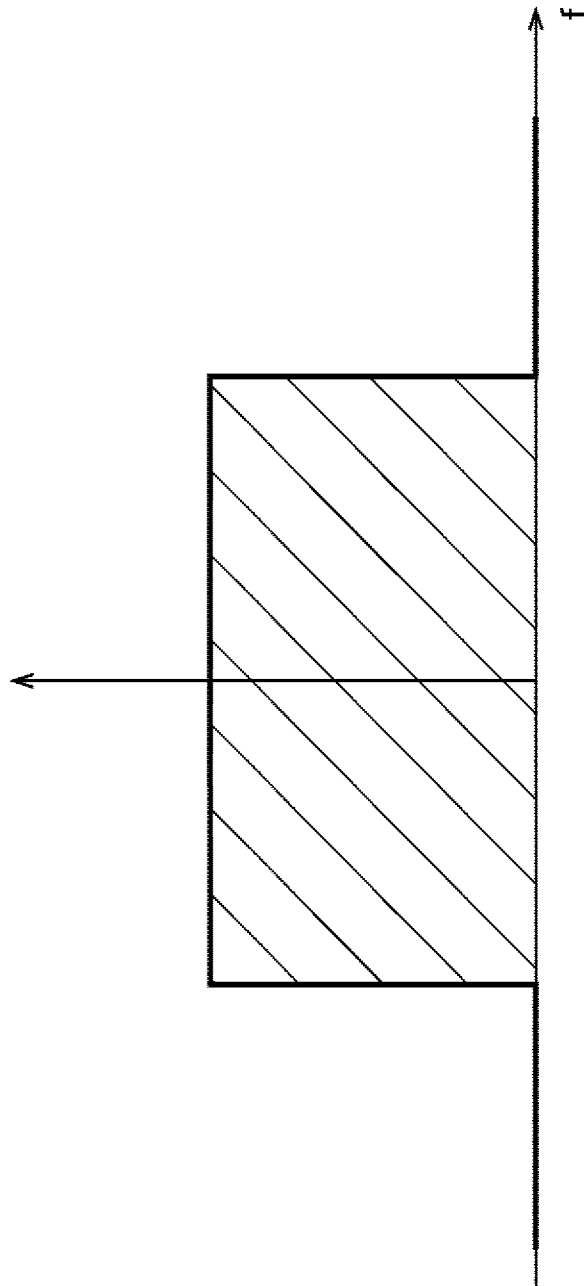
[図14]
FIG. 14



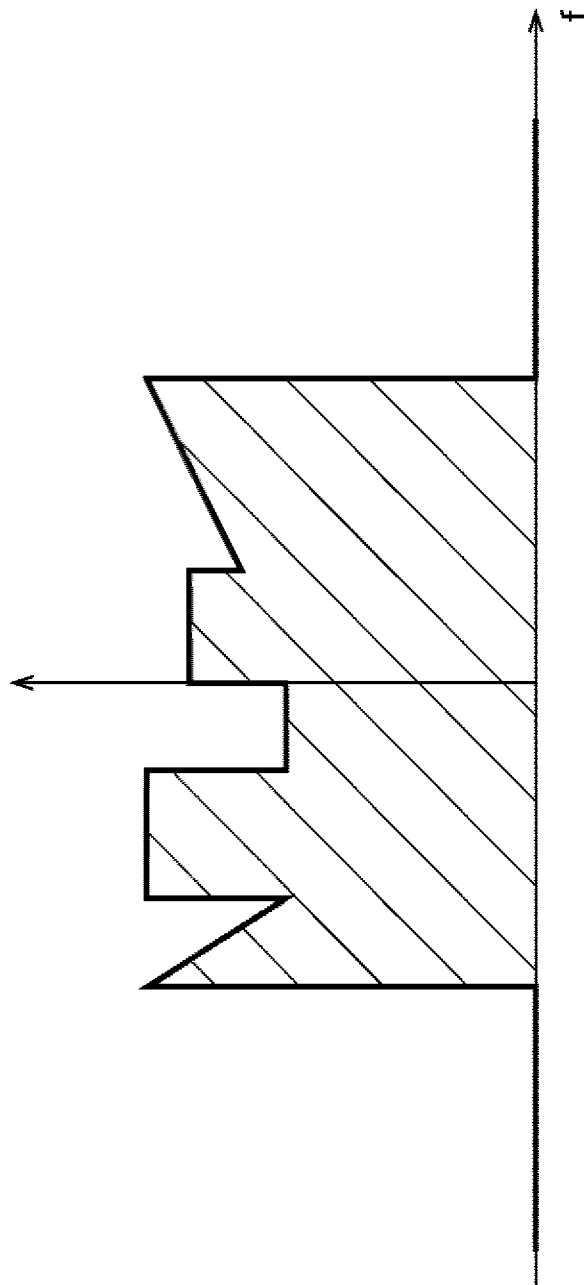
[図15]
FIG. 15



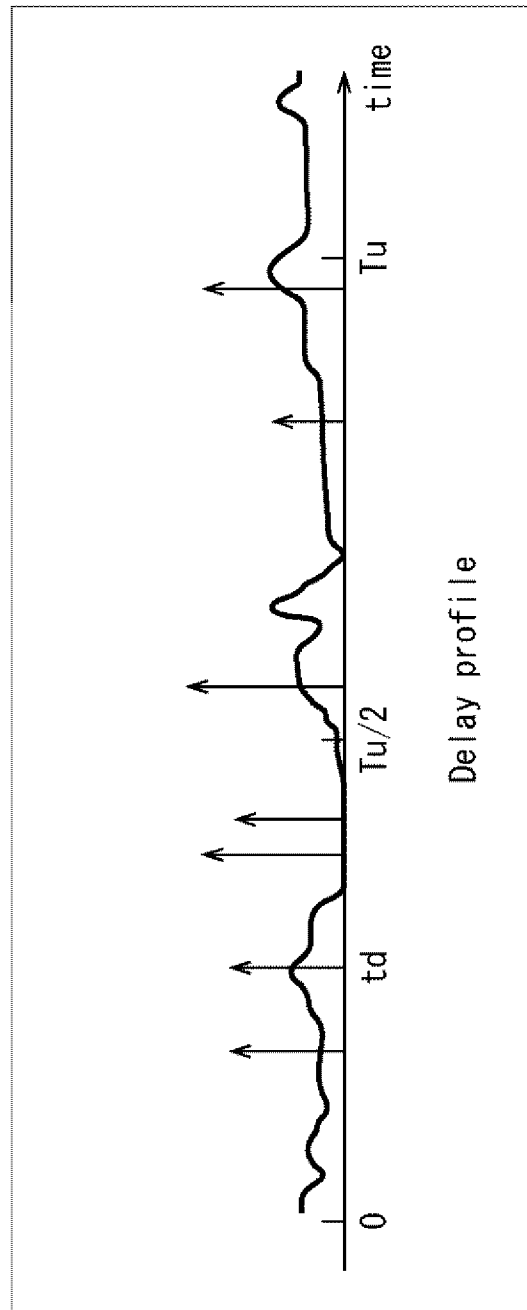
[図16]
FIG. 16



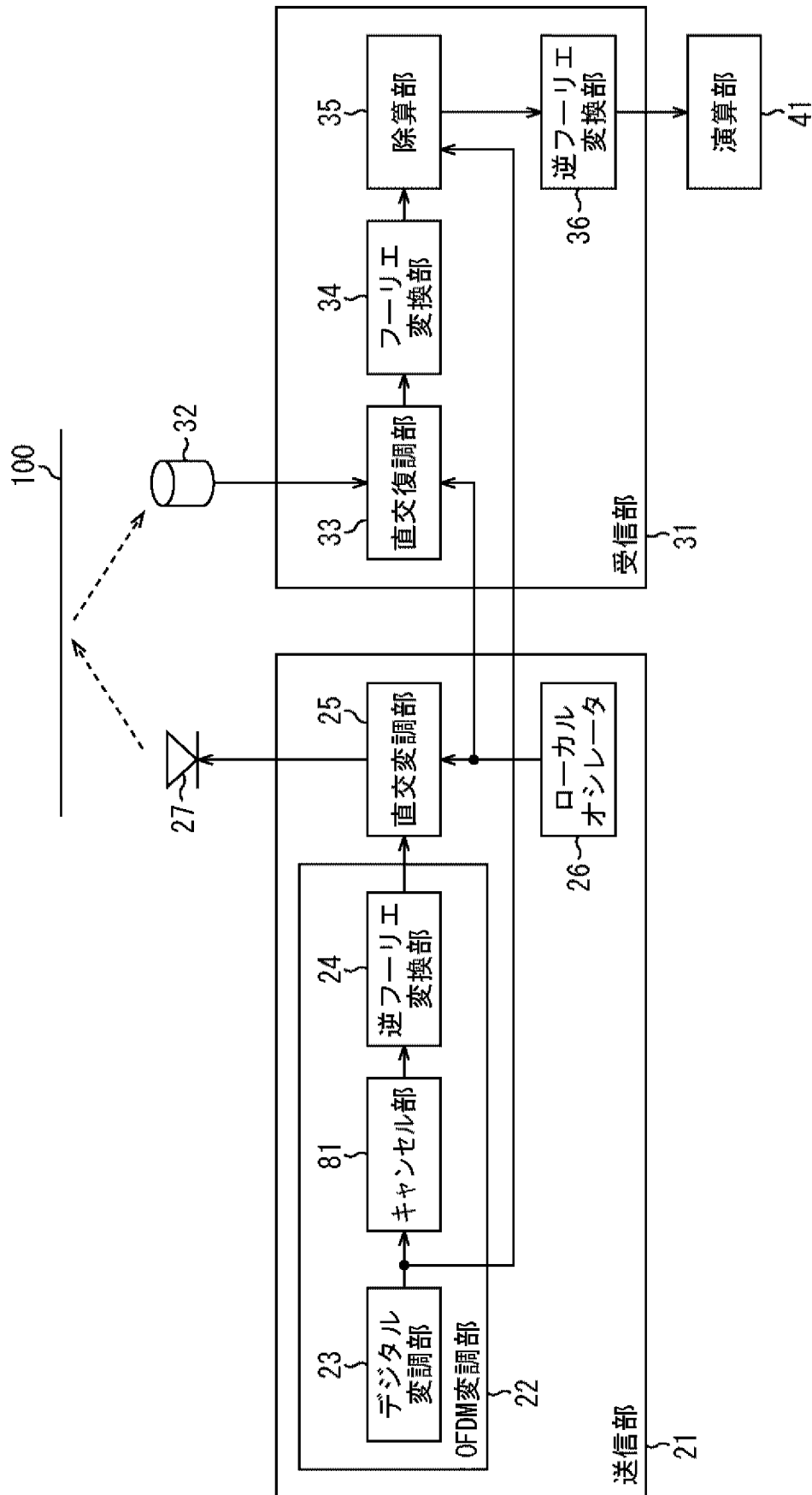
[図17]
FIG. 17



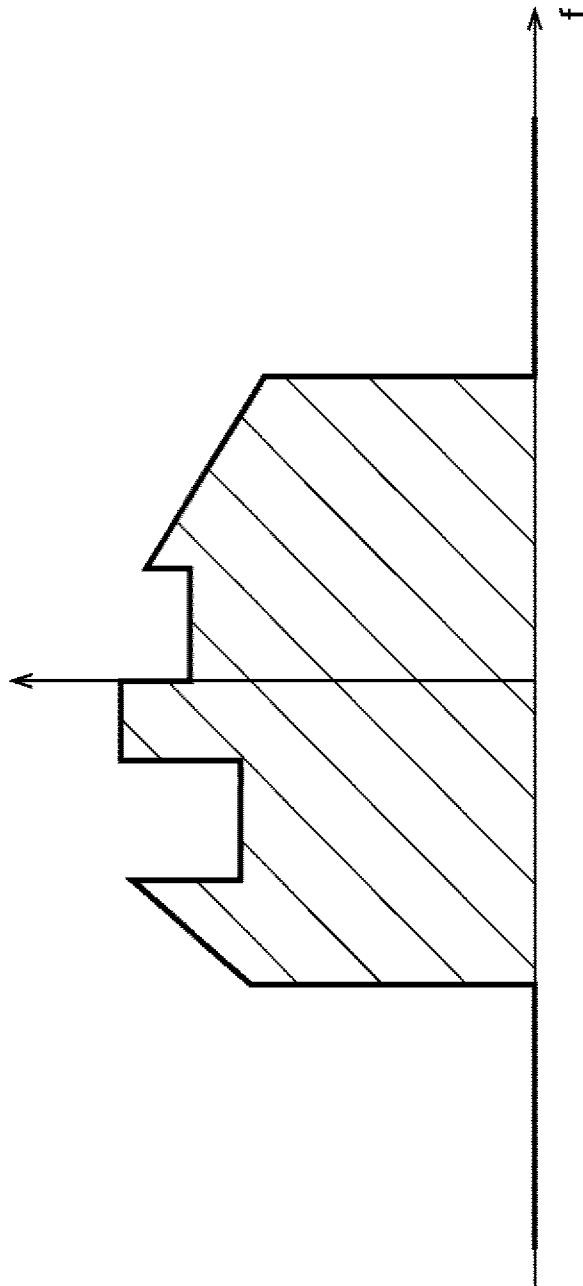
[図18]
FIG. 18



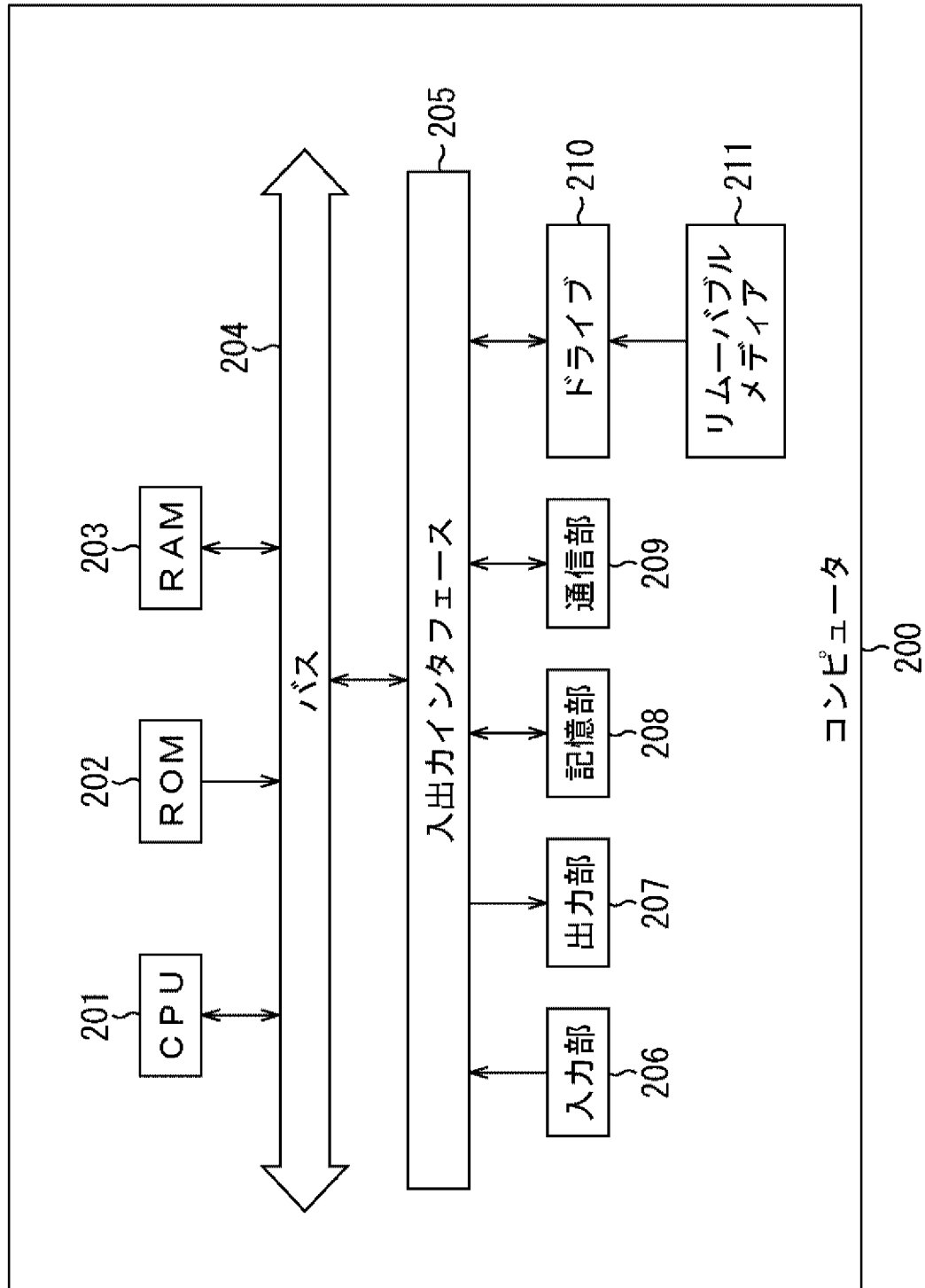
[図19]
FIG. 19



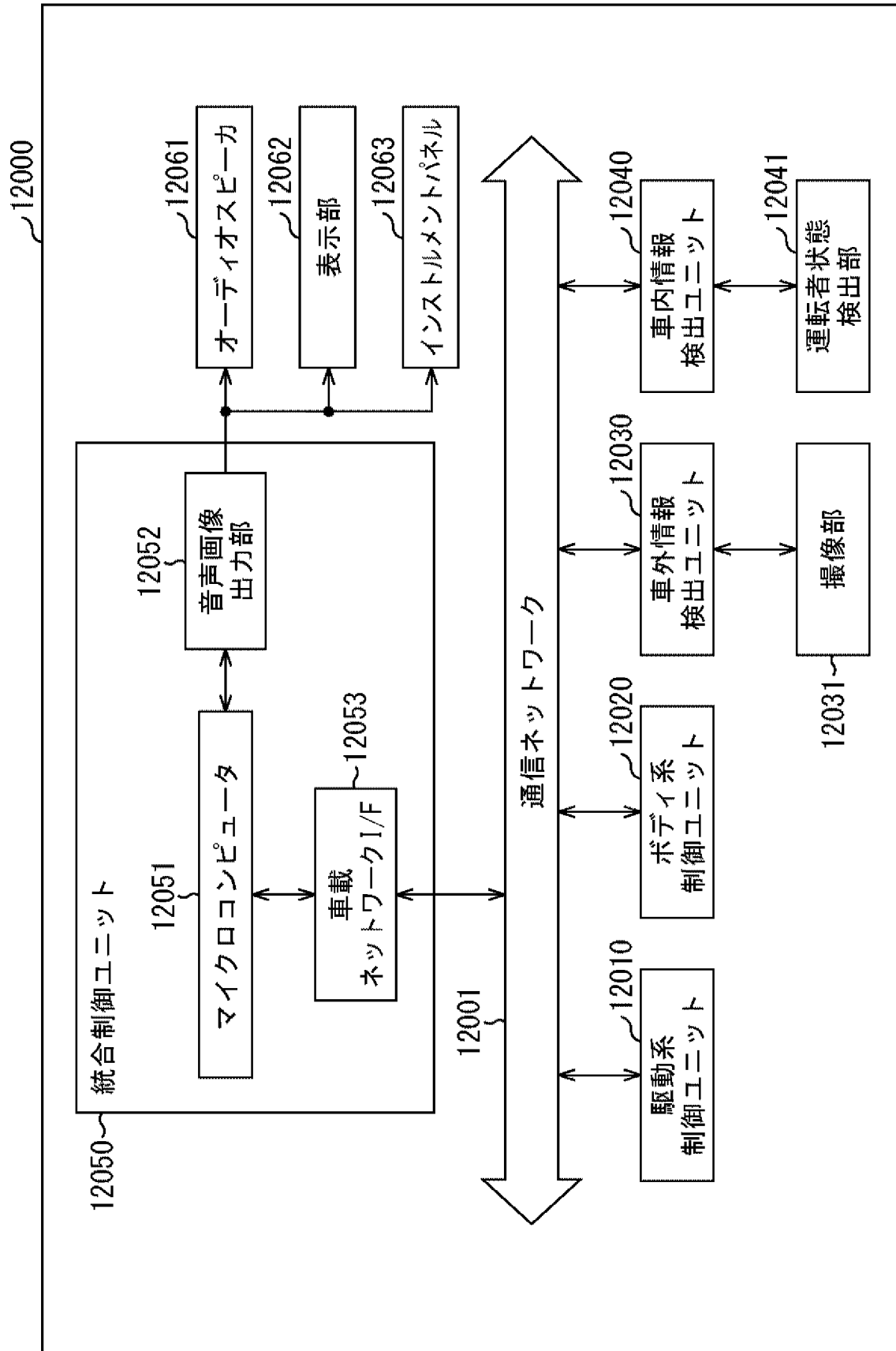
[図20]
FIG. 20



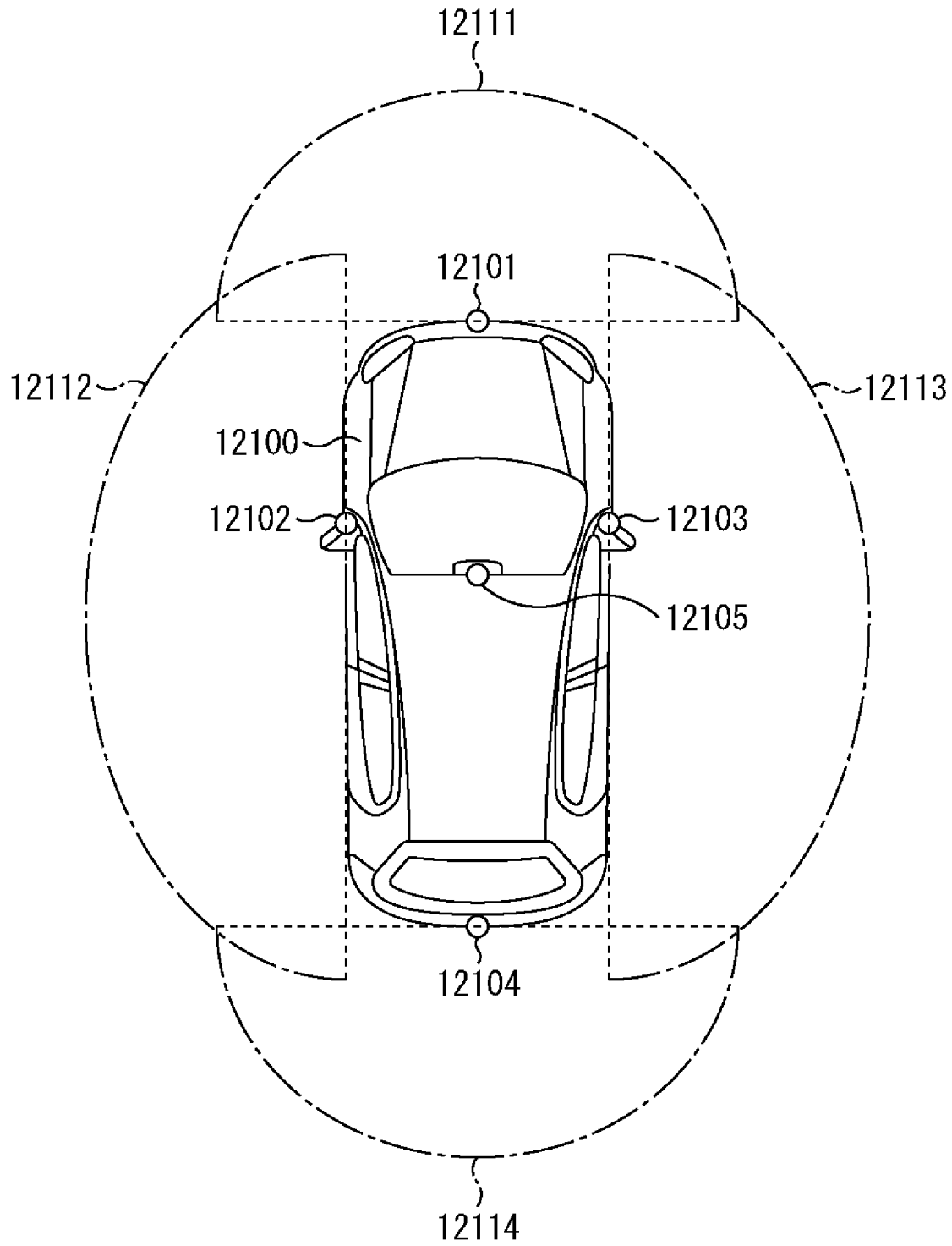
[図21]
FIG. 21



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/011249

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01S15/32 (2006.01) i, H04B17/27 (2015.01) i, H04L27/26 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G01S5/18-G01S5/30, G01S7/52-G01S7/64, G01S15/00-G01S15/96,
H04B17/27, H04L27/26

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2016-532849 A (QUALCOMM INC.) 20 October 2016, paragraphs [0014]-[0025], [0088], [0089], [0110], fig. 1, 3, 7, 8 & US 2015/0054794 A1, paragraphs [0021]-[0032], [0075], [0076], [0096], fig. 1, 3, 7, 8 & CN 105474144 A	1-3, 6, 15-16 4-5 7-14
Y A	WO 2013/118558 A1 (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) 15 August 2013, paragraph [0074], fig. 17 & CN 104115428 A, paragraph [0121], fig. 17	4-5 1-3, 6-16



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
01.06.2018

Date of mailing of the international search report
12.06.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/011249

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2009/0243932 A1 (MOSHFEGHI, M.) 01 October 2009, entire text, all drawings & WO 2009/124071 A2	1-16
A	US 2016/0321917 A1 (BOARD OF REGENTS, THE UNIVERSITY OF TEXAS SYSTEM) 03 November 2016, entire text, all drawings & WO 2016/176116 A1	1-16

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S15/32(2006.01)i, H04B17/27(2015.01)i, H04L27/26(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S5/18-G01S5/30, G01S7/52-G01S7/64, G01S15/00-G01S15/96, H04B17/27, H04L27/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2016-532849 A（クアルコム、インコーポレイテッド） 2016.10.20, 段落[0014]-[0025], [0088]-[0089], [0110], 図1, 3, 7-8 & US 2015/0054794 A1, 段落[0021]-[0032], [0075]-[0076], [0096], 図1, 3, 7-8 & CN 105474144 A	1-3, 6, 15-16 4-5 7-14
Y A	WO 2013/118558 A1（アルプス電気株式会社） 2013.08.15, 段落[0074], 図17 & CN 104115428 A, 段落[0121], 図17	4-5 1-3, 6-16

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01.06.2018

国際調査報告の発送日

12.06.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

安井 英己

2S

6001

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	US 2009/0243932 A1 (MOSHFEGHI, Mehran) 2009.10.01, 全文, 全図 & WO 2009/124071 A2	1-16
A	US 2016/0321917 A1 (BOARD OF REGENTS, THE UNIVERSITY OF TEXAS SYSTEM) 2016.11.03, 全文, 全図 & WO 2016/176116 A1	1-16