

(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6月8日(08.06.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/100561 A1

(51) 国際特許分類:

G01S 13/84 (2006.01) H01Q 13/08 (2006.01)
G01S 11/02 (2010.01) H01Q 21/24 (2006.01)
H01Q 3/24 (2006.01) H04B 7/10 (2006.01)
H01Q 9/16 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/040263

(22) 国際出願日: 2022年10月27日(27.10.2022)

(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 2021-195224 2021年12月1日(01.12.2021) 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 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP).

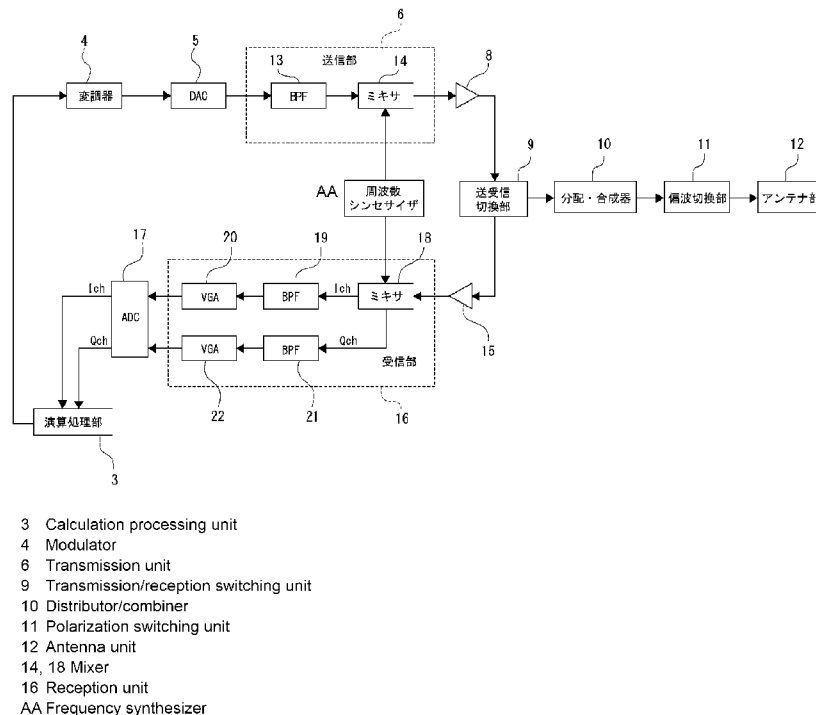
(72) 発明者: 平林 崇之(HIRABAYASHI, Takayuki); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人テクノピア国際特許事務所(TECHNOPEER PATENTS & TRADEMARKS); 〒1010032 東京都千代田区岩本町一丁目3番9号8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,

(54) Title: RANGING DEVICE AND RANGING METHOD

(54) 発明の名称: 測距装置、測距方法



(57) Abstract: This ranging device (1) comprises: a communication processing unit (F1) that performs, as communication for phase-based ranging with another device (2), first wireless communication by right-handed circular polarization (RHCP), and second wireless communication by left-handed circular polarization (LHCP); and a ranging unit (F4) that measures the distance to the other device (2) on the basis of a first time waveform obtained by performing an inverse Fourier transform on frequency characteristics of a signal transmission path obtained on the basis of a signal received

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, 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, CV, 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, ME, 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))

through the first wireless communication, and a second time waveform obtained by performing an inverse Fourier transform on frequency characteristics of a signal transmission path obtained on the basis of a signal received through the second wireless communication. The present invention brings about an improvement against a reduction in ranging accuracy caused by multipath.

(57) 要約: 本発明の測距装置(1)は、他の装置(2)との間で、位相ベース方式による測距のための通信として、右旋円偏波(RHCP)による第1無線通信と、左旋円偏波(LHCP)による第2無線通信とを行う通信処理部(F1)と、前記第1無線通信による受信信号に基づいて得られる信号伝送路の周波数特性を逆フーリエ変換して得られる第1時間波形と前記第2無線通信による受信信号に基づいて得られる信号伝送路の周波数特性を逆フーリエ変換して得られる第2時間波形とに基づいて、前記他の装置(2)との距離を測定する測距部(F4)と、を備える。本発明によると、マルチパスによる測距精度の低下が改善される。

明 細 書

発明の名称：測距装置、測距方法

技術分野

[0001] 本技術は測距装置、携帯端末装置に関し、特に円偏波の無線電波を送受信することにより測距を行う測距装置及び携帯端末装置についての技術に関する。

背景技術

[0002] 機器間の距離を適切に測定するためには測距精度が重要である。

下記特許文献1においては、指向性を切り換えることによって測距精度を改善する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2021／171997号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、ある機器から他の機器に対して無線電波を送信した際に、他の機器において直接波を受信した時刻と反射波を受信した時刻が近い場合については、指向性の切り換えを行うだけでは十分に直接波を抽出することができない虞がある。

[0005] 本技術は、上記問題点の解決を図るものであり、測距精度の向上を図ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本技術に係る測距装置は、他の装置との間で、位相ベース方式による測距のための通信として、右旋円偏波による第1無線通信と、左旋円偏波による第2無線通信とを行う通信処理部と、前記第1無線通信による受信信号に基づいて得られる信号伝送路の周波数特性を逆フーリエ変換して得られる第1時間波形と前記第2無線通信による受信信号に基づいて得られる信号伝送路

の周波数特性を逆フーリエ変換して得られる第2時間波形とに基づいて、前記他の装置との距離を測定する測距部と、を備えたものである。

例えば、右旋円偏波と左旋円偏波のうちアンテナが受信しやすい円偏波の無線電波を受信したときの第1時間波形と、アンテナが受信しにくい円偏波の無線電波を受信したときの第2時間波形を用いて（或いはその逆でもよい）、他の装置からの直接波成分を特定することができる。

[0007] 本技術の測距方法は、他の装置との間で、位相ベース方式による測距のための通信として、右旋円偏波による第1無線通信と、左旋円偏波による第2無線通信とを行う通信処理と、前記第1無線通信による受信信号に基づいて得られる信号伝送路の周波数特性を逆フーリエ変換して得られる第1時間波形と前記第2無線通信による受信信号に基づいて得られる信号伝送路の周波数特性を逆フーリエ変換して得られる第2時間波形とに基づいて、前記他の装置との距離を測定する処理と、を演算処理装置が実行する、ものである。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本技術の実施の形態における無線電波の送受信態様の一例であり、測距装置が直接波と反射物で反射された反射波とを受信する様子を示した図である。

[図2]コンピュータ装置のブロック図である。

[図3]無線電波の送受信を行うために測距装置が備える各部についてのブロック図である。

[図4]演算処理部についての機能ブロック図である。

[図5]位相ベース方式における位相測定の態様例を示した図であり、本図は測距装置から基地局に無線電波を送信した場合を示す図である。

[図6]位相ベース方式における位相測定の態様例を示した図であり、本図は測距装置が基地局からの無線電波を受信した場合を示す図である。

[図7]位相ベース方式において測定される信号伝搬路の位相についての説明図である。

[図8]通信装置が変位している場合における周波数に対する位相特性を例示し

た図である。

[図9]位相特性から算出した傾きを例示した図である。

[図10]測位手法の例を説明するための説明図であり、本図は理想状態において測位手法を用いた状態を示す図である。

[図11]測位手法の例を説明するための説明図であり、本図は誤差を含んだ状態において測位手法を用いた状態を示す図である。

[図12]マルチパスの影響を軽減するために測距装置が備える構成の一例を示すブロック図である。

[図13]クロスダイポールアンテナを説明するための図である。

[図14]直接波成分の特定方法として第1の方法を用いた場合に取得される第1時間波形の一例を示す図である。

[図15]直接波成分の特定方法として第1の方法を用いた場合に取得される第2時間波形の一例を示す図である。

[図16]直接波成分の特定方法として第1の方法を用いた場合における受信フラグの変化を示す図である。

[図17]直接波成分の特定方法として第2の方法を用いた場合に取得される第1時間波形の一例を示す図である。

[図18]直接波成分の特定方法として第2の方法を用いた場合に取得される第2時間波形の一例を示す図である。

[図19]直接波成分の特定方法として第2の方法を用いた場合に取得される差分波形の一例を示す図である。

[図20]測距装置が測距を行うために実行する処理の流れを示すフローチャートである。

[図21]マルチパスの影響を軽減するために測距装置が備える構成の一例であり、本図は偏波の切り換えを行わない測距装置が備える構成の一例を示すブロック図である。

[図22]マルチパスの影響を軽減するために測距装置が備える構成の一例であり、本図はハイブリッドカプラを有する測距装置の構成の一例を示すブロッ

ク図である。

[図23]マルチパスの影響を軽減するために測距装置が備える構成の一例であり、本図は右旋円偏波用のアンテナと左旋円偏波用のアンテナの双方を備える測距装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図24]パッチアンテナを説明するための図である。

[図25]二組のモノポールアンテナを用いた例を示す図である。

[図26]二組の逆Fアンテナを用いた例を示す図である。

[図27]板状逆Fアンテナを用いた例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、実施の形態を次の順序で説明する。

- < 1. 円偏波を利用した通信態様 >
- < 2. 測距装置の構成 >
- < 3. 位相ベース方式による測距及び測位 >
- < 4. 直接波成分の特定方法 >
- < 4 - 1. 第 1 の方法 >
- < 4 - 2. 第 2 の方法 >
- < 4 - 3. 測距方法 >
- < 5. 処理フロー >
- < 6. 変形例 >
- < 6 - 1. 第 1 の変形例 >
- < 6 - 2. 第 2 の変形例 >
- < 6 - 3. 第 3 の変形例 >
- < 6 - 4. 第 4 の変形例 >
- < 6 - 5. その他 >
- < 7. まとめ >
- < 8. 本技術 >

[0010] < 1. 円偏波を利用した通信態様 >

マルチパスによる測距精度の低下を改善するために、本実施の形態におい

ては、円偏波の無線電波を用いた通信を行う。

先ず、理想環境における円偏波を用いた送受信について図 1 を参照して説明する。

図 1 は、ユーザが所持するスマートフォンなどの携帯端末としての測距装置 1 の位置情報を精度良く測定するための環境について示した図である。

[0011] 測距装置 1 は、位置情報が既知とされた基地局 2 に対して無線電波の送受信を行うことにより、基地局 2 までの距離を測定する。また、複数の基地局 2 に対して距離を測定することにより自身の位置情報を特定（推定）することも可能である。

[0012] 基地局 2 は右旋円偏波（R H C P : Right Hand Circularly Polarized Wave）の無線電波を放射し、測距装置 1 は該右旋円偏波の無線電波を受信する。

[0013] ここで、測距装置 1 や基地局 2 の周囲には完全導体とされた反射物 O B が存在するため、測距装置 1 は基地局 2 から送信される無線電波における直接波 D W だけを受信するのではなく、反射物 O B において反射された反射波 R W についても受信する。

[0014] 基地局 2 から放射された R H C P の無線電波が反射物 O B において鏡面反射された場合には左旋円偏波（L H C P : Left Hand Circularly Polarized Wave）に変化して測距装置 1 に受信される。

[0015] 従って、測距装置 1 が R H C P の無線電波のみを受信可能な構成を採ることにより、1 回反射波を受信せずに済む。これにより、直接波成分を高精度に検出することができるため、測距装置 1 と基地局 2 の距離を精度良く算出することができ、測距装置 1 の高精度な位置情報を得ることが可能となる。

[0016] しかし、実際の環境下では、反射物 O B において完全な鏡面反射が必ずしも起きるわけではないため、反射物 O B における反射波は完全な L H C P の無線電波ではない。従って、測距装置 1 においては、直接波だけでなく 1 回反射波の成分も受信してしまい測距精度が低下してしまう。

[0017] この課題を解決するために測距装置 1 は後述する構成を備える。

[0018] < 2. 測距装置の構成 >

測距装置 1 は各種の演算を行うコンピュータ装置とされている。コンピュータ装置のハードウェア構成の例について、図 2 を参照して説明する。

[0019] コンピュータ装置の CPU (Central Processing Unit) 7 1 は、各種の処理を行う演算処理部として機能し、ROM (Read Only Memory) 7 2 や例えばEEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) などの不揮発性メモリ部 7 4 に記憶されているプログラム、または記憶部 7 9 から RAM (Random Access Memory) 7 3 にロードされたプログラムに従って各種の処理を実行する。RAM 7 3 にはまた、CPU 7 1 が各種の処理を実行する上において必要なデータなども適宜記憶される。

[0020] CPU 7 1 は、DSP (Digital Signal Processor) 等として実装されていてもよい。

CPU 7 1 は、後述する信号処理を行うことにより、直接波成分を特定する処理などを行うと共に、測距に関する処理を行う。

[0021] CPU 7 1、ROM 7 2、RAM 7 3、不揮発性メモリ部 7 4 は、バス 8 3 を介して相互に接続されている。このバス 8 3 にはまた、入出力インタフェース (I/F) 7 5 も接続されている。

[0022] 入出力インタフェース 7 5 には、操作子や操作デバイスよりなる入力部 7 6 が接続される。

例えば入力部 7 6 としては、キーボード、マウス、キー、ダイヤル、タッチパネル、タッチパッド、リモートコントローラ等の各種の操作子や操作デバイスが想定される。

入力部 7 6 によりユーザの操作が検知され、入力された操作に応じた信号は CPU 7 1 によって解釈される。

[0023] また入出力インタフェース 7 5 には、LCD 或いは有機 EL (Electronic Luminescent) パネルなどよりなる表示部 7 7 や、スピーカなどよりなる音声出力部 7 8 が一体又は別体として接続される。

表示部 7 7 は各種表示を行う表示部であり、例えばコンピュータ装置の筐体に設けられるディスプレイデバイスや、コンピュータ装置に接続される別

体のディスプレイデバイス等により構成される。

表示部 77 は、CPU 71 の指示に基づいて表示画面上に各種の画像解析処理のための画像や処理対象の動画等の表示を実行する。また表示部 77 は CPU 71 の指示に基づいて、各種操作メニュー、アイコン、メッセージ等、即ち GUI (Graphical User Interface) としての表示を行う。

[0024] 入出力インタフェース 75 には、ハードディスクや固体メモリなどより構成される記憶部 79 や、モデムなどより構成される通信部 80 が接続される場合もある。

[0025] 通信部 80 は、インターネット等の伝送路を介しての通信処理や、各種機器との有線／無線通信、バス通信などによる通信を行う。

本実施の形態における測距装置 1 においては、通信部 80 として後述するアンテナ部や各種のスイッチ等を備えることにより、RHCP や LHCP の無線電波の少なくとも一方についての送受信が可能とされている。

[0026] 入出力インタフェース 75 にはまた、必要に応じてドライブ 81 が接続され、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、或いは半導体メモリなどのリムーバブル記憶媒体 82 が適宜装着される。

ドライブ 81 により、リムーバブル記憶媒体 82 から各処理に用いられるプログラム等のデータファイルなどを読み出すことができる。読み出されたデータファイルは記憶部 79 に記憶されたり、データファイルに含まれる画像や音声が表示部 77 や音声出力部 78 で出力されたりする。またリムーバブル記憶媒体 82 から読み出されたコンピュータプログラム等は必要に応じて記憶部 79 にインストールされる。

[0027] このコンピュータ装置では、例えば本実施の形態の処理のためのソフトウェアを、通信部 80 によるネットワーク通信やリムーバブル記憶媒体 82 を介してインストールすることができる。或いは当該ソフトウェアは予め ROM 72 や記憶部 79 等に記憶されていてもよい。

[0028] CPU 71 が各種のプログラムに基づいて処理動作を行うことで、後述する演算処理部を備えた各種の情報処理装置において必要な情報処理や通信処

理が実行される。

なお、情報処理装置は、図2のようなコンピュータ装置が単一で構成されることに限らず、複数のコンピュータ装置がシステム化されて構成されてもよい。複数のコンピュータ装置は、LAN (Local Area Network) 等によりシステム化されていてもよいし、インターネット等を利用したVPN (Virtual Private Network) 等により遠隔地に配置されたものでもよい。複数のコンピュータ装置には、クラウドコンピューティングサービスによって利用可能なサーバ群 (クラウド) としてのコンピュータ装置が含まれてもよい。

[0029] 円偏波の無線電波を送受信して測距を行うために測距装置1 或いは基地局2 が備える構成について、具体的な例を図3 に示す。

[0030] 測距装置1 は、円偏波の無線電波を送信するために、演算処理部3、変調器4、DAC (Digital to Analog Converter) 5、送信部6、周波数シンセサイザ7、送信アンプ8、送受信切換部9、分配・合成器10、偏波切換部11、アンテナ部12を備えている。

[0031] 本例における測距装置1 は、例えば、BLE (Bluetooth Low Energy : Bluetoothは登録商標) 方式に従った無線通信を行うことが可能とされる。BLE方式では、接続確立やデータ通信等、大きな電力を必要とする動作にかかる時間を極力短縮することが可能となる。このため、消費電力を抑制でき、測距装置1 の小型化が可能となる。

[0032] 演算処理部3 は、送信対象のデータを変調器4 に供給する。

[0033] 変調器4 は、基地局2 などの他の装置と無線通信を行うための信号の変調処理を行う。ここでは変調処理として、例えばIQ変調を行うものとする。

IQ変調では、ベースバンド信号としてIチャネル (In-phase : 同相成分) とQチャネル (Quadrature : 直交成分) の各信号が用いられる。

具体的に、変調器4 は演算処理部3 から供給される送信対象のデータに対し、IQ変調としての変調処理を施す。

[0034] DAC 5 は、変調器4 からのデジタル信号をアナログ信号に変換する。こ

のDAC 5によって変換されたアナログ信号は、送信部6に供給される。

[0035] 送信部6は、無線電波を用いた通信により信号を送信するブロックである。図示のように送信部6は、BPF (Band Pass Filter) 13とミキサ14とを有する。BPF 13は、特定の周波数帯の信号のみを通過させる。すなわち、BPF 13は、DAC 5からのアナログ信号について、特定の周波数帯の信号のみをミキサ14に供給する。

[0036] ミキサ14は、BPF 13から供給される信号に対し周波数シンセサイザ7から供給される局部発振周波数を混合することにより、無線通信の送信周波数に変換する。

[0037] 周波数シンセサイザ7は、送受信の際に用いられる周波数を供給する。具体的に、周波数シンセサイザ7は、内部に局部発振器を備えており、無線通信の高周波信号とベースバンド信号の変換に利用される。

[0038] 送信アンプ8は、送信部6から出力された信号を増幅する。

[0039] 送受信切換部9は、高周波(RF: Radio Frequency)信号を切り替えるスイッチである。送受信切換部9は、データの送信時には送信部6を分配・合成器10に接続することによりアンテナ部12から無線電波の送信を可能とし、データの受信時には後述する受信部16を分配・合成器10に接続することによりアンテナ部12において無線電波の受信を可能とする。

[0040] 分配・合成器10は、データの送信時には、送受信切換部9から出力された信号を2系統に分配した信号を出力する。

[0041] 偏波切換部11は、分配・合成器10から出力された2系統の信号のうちの一方の信号に対して所定の遅延を印加する。例えば、2系統の信号の位相差が90degとなるように遅延を印加する。アンテナ部12には2本の電線(給電線)が接続されており、遅延が印加された信号を2本の電線のうち何れの電線に供給するかによって無線電波についてのRHCPとLHCPの切り換えを行う。

分配・合成器10と偏波切換部11の構成については改めて詳述する。

[0042] アンテナ部12は、無線通信により信号送受信を行うための1または複数

のアンテナを有して構成されている。本実施の形態におけるアンテナ部 12 は一つのアンテナを有して構成されている。

[0043] 測距装置 1 は、円偏波の無線電波を受信するために、演算処理部 3、送受信切換部 9、分配・合成器 10、偏波切換部 11、アンテナ部 12に加えて、受信アンプ 15、受信部 16、ADC (Analog to Digital Converter) 17を備えている。

[0044] 受信部 16は無線電波の通信により信号を受信するブロックである。受信部 16は図3に示すように、ミキサ 18、BPF 19、VGA (Variable Gain Amplifier) 20、BPF 21、及びVGA 22を有する。

[0045] アンテナ部 12は、RHCPまたはLHCPの無線電波を受信し、2本の電線を介して偏波切換部 11に出力する。

[0046] 偏波切換部 11は、アンテナ部 12から出力された2系統の受信信号の一方に対して遅延を印加させて後段の分配・合成器 10に出力する。このとき、2系統の受信信号のうち何れの信号に対して遅延を印加させるかによって、RHCPの無線電波の受信信号を強めたり、LHCPの無線電波の受信信号を強めたりする。

[0047] 分配・合成器 10は、偏波切換部 11から出力された2系統の信号を合成して1系統の信号とし、送受信切換部 9を介して受信アンプ 15に出力する。

[0048] 受信アンプ 15は、送受信切換部 9から出力された信号を増幅する。ミキサ 18は、受信アンプ 15から供給される信号に対し周波数シンセサイザ 7から供給される局部発振周波数を混合することにより、IチャネルとQチャネルの各信号に変換する。Iチャネルの信号（図中「I_{ch}」と表記）はBPF 19に供給され、Qチャネルの信号（図中「Q_{ch}」と表記）はBPF 21にそれぞれ供給される。

[0049] ミキサ 18で得られたIチャネルの信号はBPF 19に入力されて特定の周波数帯の信号のみが抽出され、VGA 20に供給される。一方、ミキサ 18で得られたQチャネルの信号はBPF 21に入力されて特定の周波数帯の

信号のみが抽出され、VGA22に供給される。

[0050] VGA20、VGA22は、それぞれBPF19から供給されたIチャンネルの信号、BPF21から供給されたQチャンネルの信号について利得を調整するアナログ可変利得アンプとして機能する。

[0051] ADC17は、受信部16からのIチャンネル、Qチャンネルの信号、すなわちVGA20、VGA22を介して出力されるIチャンネル、Qチャンネルの信号をアナログ信号からデジタル信号に変換する。

デジタル信号に変換されたIチャンネル、Qチャンネルの信号は、演算処理部3に供給される。

[0052] 演算処理部3は、ADC17から供給されたIチャンネル、Qチャンネルの各信号のデータに基づいて受信データを復調する処理等を行う。また、演算処理部3は、上述したように、送信対象のデータを変調器4に供給して変調させる処理を行う。

[0053] 演算処理部3は、ADC17から供給されたIチャンネル、Qチャンネルの各信号のデータに基づいて受信データを復調する処理等を行う。また、演算処理部3は、上述したように、送信対象のデータを変調器4に供給して変調させる処理を行う。

[0054] なお、本例における測距装置1の演算処理部3は、図4に示すように、無線通信を利用した測距を行うための機能として、通信処理部F1としての機能と、切換部F2としての機能と、対周波數位相特性取得部F3としての機能と、測距部F4としての機能を有している。

[0055] 通信処理部F1は、送信対象のデータを変調器4に供給する処理や、Iチャンネル、Qチャンネルの各信号のデータに基づいて受信データを復調する処理や、各部について送信モードと受信モードを切り換える処理などを行う。

[0056] 切換部F2は、RHCPの無線電波を用いた通信を行う第1モードM1とLHCPの無線電波を用いた通信を行う第2モードM2を切り換える処理を行う。

[0057] 対周波數位相特性取得部F3は、他の通信装置（例えば基地局2）との間

における信号伝搬路の周波数に対する位相特性を取得する。

本例では、無線通信を利用した測距として、位相ベース方式による測距を行うため、信号伝搬路の周波数に対する位相特性を取得する処理を行う。

なお、位相ベース方式による測距の手法については後に改めて説明する。

[0058] 測距部 F 4 は、対周波數位相特性取得部 F 3 が取得した信号伝搬路の周波数に対する位相特性に基づき、他の通信装置との間の距離を計算する。なお、測距部 F 4 による距離の計算手法についても改めて後述する。

[0059] < 3. 位相ベース方式による測距及び測位 >

図 5 及び図 6 は、位相ベース方式における位相測定の態様例を示す図である。なお、位相ベース方式は、円偏波の無線電波を用いなくても実施可能な技術である。以下の説明においては、R H C P の無線電波を用いる例を挙げる。

[0060] 位相ベース方式では、二つの装置間（図 5 においては、測距装置 1 と基地局 2 間）で周波数を変更しながら R H C P の無線電波を用いた通信を行った結果に基づき、位相を測定する。

この際には、先ず、図 5 に示すように、測距装置 1（イニシエータ）から基地局 2（リフレクタ）に向けて測定信号が送信される。

ここで言うイニシエータとは、測定した位相に基づく距離の計算処理を行う側の装置を意味し、リフレクタは、イニシエータとの間で測定信号をやりとりする、イニシエータと対をなす装置を意味する。

[0061] なお、図 5 及び図 6 は、位相測定に関する測定信号の流れを主に示すものであり、例えば変調器 4 や D A C 5、周波数シンセサイザ 7、送信アンプ 8、分配・合成器 10、偏波切換部 11 及び A D C 17 の図示は省略している。

図 5 において、イニシエータとしての測距装置 1 では、演算処理部 3 から送信部 6 を介してアンテナ部 12 が備えるアンテナから測定信号が送信される。また、リフレクタとしての基地局 2 では、アンテナ部 12 が備えるアンテナを介して受信部 16 により測定信号が受信される。

[0062] そして、図6に示すように、基地局2から測距装置1に向けて測定信号が返送される。すなわち、基地局2では、演算処理部3から送信部6を介してアンテナ部12のアンテナから測定信号が送信され、測距装置1では、アンテナ部12のアンテナを介して受信部16により測定信号が受信されて、演算処理部3において両者間の位相特性が測定される。

このように往復通信を行うことにより、二つの装置間の位相特性を適切に測定することが可能となる。

[0063] 図7は、位相ベース方式において測定される信号伝搬路の位相 θ についての説明図である。

図5に示すように測距装置1側から基地局2側への測定信号の送信を行った場合には、基地局2において、該測定信号についての信号位相 ϕ が測定される。ここで、このような測距装置1（イニシエータ）側から基地局2（リフレクタ）側への測定信号送信を行った際に測定される信号位相 ϕ のことを、ここでは「 $\phi \mid R$ 」と表記する。

また、図6Bに示すように基地局2側から測距装置1側への測定信号送信を行った場合には、測距装置1において、該測定信号についての信号位相 ϕ が測定される。このように基地局2側から測距装置1側への測定信号送信を行った際に測定される信号位相 ϕ のことを「 $\phi R \mid$ 」と表記する。

ここで、信号位相 ϕ は、測定信号の受信により得られたIチャネル、Qチャネルの信号をそれぞれ「I」「Q」としたときに、下記[式1]により求まるものである。

[0064] $\phi = \arctan (Q / I)$. . . [式1]

[0065] そして、位相ベース方式では、上記した信号位相 $\phi \mid R$ と信号位相 $\phi R \mid$ とに基づき、信号伝搬路の位相 θ を求める。具体的に、位相 θ としては、これら信号位相 $\phi \mid R$ と信号位相 $\phi R \mid$ とを平均化することで求める。ここでの平均化の演算としては、これら信号位相 $\phi \mid R$ と信号位相 $\phi R \mid$ との平均値を求める演算の他、信号位相 $\phi \mid R$ と信号位相 $\phi R \mid$ との足し算としての演算を行うこともできる。

[0066] 位相ベース方式では、上記のような位相 θ の測定を、測定信号の周波数を所定の周波数帯域内で順次変化させながら、周波数ごとに行う。換言すれば、複数の周波数ごとに位相 θ の測定を行うものである。なお、ここでの「所定の周波数帯域」としては、例えばBLEであれば2.4GHz帯（2400MHzから2480MHzの帯域）等、通信規格上の使用帯域として定められた周波数帯域とすることが考えられる。

[0067] 上記のように所定の周波数帯域内で周波数ごとに位相 θ の測定を行うと、図8に例示するような測定結果が得られる。図中の黒丸が各周波数での位相 θ の測定結果を表している。

この図8に示す結果は、信号伝搬路の周波数に対する位相特性と換言することができる。

[0068] 位相ベース方式では、周波数が変化した際の位相 θ の変化態様に基づいて測距が行われる。具体的に、周波数の変化に対する位相 θ の特性においては、図9に示すような位相 θ の傾きの大きさが距離の大きさと相関する。このとき、位相 θ の傾きが急峻であるほど距離が大きいことを表すものとなる。従って、位相 θ の傾きに基づいて、距離を算出することができる。

[0069] 具体的な距離の計算手法としては、位相 θ の傾きから群遅延 τ を求め、群遅延 τ に光速（＝299792458m/s）を乗算するという手法を一例として挙げることができる。群遅延 τ を用いるのは、位相の 2π 不定性の影響を排除するためである。なお、群遅延 τ は、位相 θ を角周波数 ω で微分したものである。

[0070] ここで、周波数に対する位相 θ の特性、すなわち、信号伝搬路の周波数に対する位相特性に基づく距離の計算手法については上記手法に限定されるものではなく、多様な手法が考えられる。

[0071] 例えば、周波数に対する位相 θ の特性のみでなく、周波数に対する振幅の特性を取得する、換言すれば、位相 θ の周波数特性のみでなく振幅の周波数特性を取得するものとし、これら位相 θ 、振幅の周波数特性をIFFT（Inverse Fast Fourier Transform）等の逆フーリエ変換により得た波形（横軸を

時間軸とし縦軸を信号強度とした波形であり、以降「時間波形」と記載）に変換し、該時間波形に基づいて距離を求めるといった手法を採ることが考えられる。

[0072] 位相 θ は周波数に応じて変化するため、位相ベース方式による測距は、原理的には、少なくとも2以上の周波数について位相 θ を測定することで可能である。

位相ベース方式は、図6で説明したように測距装置1から基地局2、基地局2から測距装置1の双方向での信号位相 ϕ の測定結果から位相 θ を求めて距離を計算する方式であり、これは、換言すれば、信号位相 ϕ の相対差情報に基づき距離を求める方式であると言える。そのため、位相ベース方式は、信号送受信に係る各ブロックの回路遅延の絶対値や温度特性によるばらつき値により測距精度が低下してしまうことの防止を図ることができるという利点がある。

[0073] 続いて、測位について図10及び図11を参照して説明する。

例えば、測距装置1が少なくとも三つの基地局2との間でそれぞれ測距を行い、それら三つの基地局2との間の距離 D が特定できれば、三角測量法により測距装置1の位置を特定することができる。具体的に、各基地局2の配置位置は既知であることから、測距装置1の位置は、図10に示すように、各基地局2の位置を中心とし、各基地局2までの距離 D （図中、 $D1$ 、 $D2$ 及び $D3$ ）をそれぞれ半径とする三つの円の交点（図中の×印）として求めることができる。

ただし、實際上、三つの円が一点で交わることは稀である。すなわち、円が交わるとしても、複数の交点 V が存在するのが通常である。図11には、三つの円が一点で交わらず、それら三つの円によって合計六つ交点 $V1$ 、 $P2$ 、 $P3$ 、 $P4$ 、 $P5$ 、 $P6$ が生じている様子を示している。この場合には、これら交点 V によって形成された領域に基づき、測位対象装置（つまり測距装置1）の位置を算出することができる。具体的には、六つの交点 V のうちから選択され得る3点のうち、各点を結んで形成される三角形の面積が最

小となる3点、換言すれば、三つの円が重なる部分を形成する三つの交点V（図の例では交点V2、P4、P5の3点）を特定し、該3点による三角形の重心位置を測位対象装置の位置として求める手法を挙げることができる。

[0074] なお、複数の基地局2との間の距離Dを用いて測位対象装置の位置を特定する測位演算の手法としては、上記のような重心法（セントロイド法）による測位演算手法に限定されるものではなく、多様に考えらるものであり、特定の手法に限定されるものではない。

[0075] 本実施の形態においては、上述したような測距または測位を行う際に問題となるマルチパスの影響を軽減する構成を備えている。

具体的には、測距装置1が分配・合成器10と偏波切換部11とを備えることにより、直接波成分を特定することができるため、マルチパスの影響を軽減することができる。

[0076] 具体的に、図12を参照して説明する。なお、図12においては、演算処理部3と送受信切換部9と分配・合成器10と偏波切換部11とアンテナ部12とを抜粋して示している。即ち、演算処理部3と送受信切換部9の間に設けられた各部の構成を省略して図12に示している。

[0077] 送受信切換部9は、例えばSPDT（Single-Pole/Double-Throw）スイッチなどとして構成されており、演算処理部3から供給される送受信切換信号S1に基づいて送信モードと受信モードを切り換える。

[0078] 先ず、送信モードに切り換えられた場合の各部の動きについて説明する。

送受信切換部9は、送受信切換信号S1によって送信モードに切り換えられた場合に、送信アンプ8からの信号を後段の分配・合成器10に出力する。

[0079] 分配・合成器10は、上述したように、データの送信時には、送受信切換部9から出力された信号を2系統に分配して信号を出力する。

[0080] 偏波切換部11は、遅延回路23と偏波切換スイッチ24とを備えている。

遅延回路23は、分配・合成器10から入力された2系統の信号のうち一

方の信号の位相を 90deg 遅延させるために設けられている。

[0081] 偏波切換スイッチ 24 は、例えば、DPDP (Double-Pole/Double-Throw) スイッチなどとして構成され、四つのポート (第 1 ポート P1、第 2 ポート P2、第 3 ポート P3、第 4 ポート P4) を備えている。

[0082] 図 12 に示す例では、第 1 ポート P1 には、分配・合成器 10 からの出力信号が遅延回路 23 を介して入力され、第 2 ポート P2 には、分配・合成器 10 からの出力信号が入力される。また、第 3 ポート P3 から出力された信号は、アンテナ部 12 が有するクロスダイポールアンテナ 25 に入力される。

[0083] ここで、クロスダイポールアンテナ 25 の構造について簡単に説明する (図 13)。

クロスダイポールアンテナ 25 は、二組のダイポールアンテナ 25a、25b が 90deg 直交して配置された構造を採る。

[0084] ここで、ダイポールアンテナ 25a へ供給する給電信号とダイポールアンテナ 25b へ供給する給電信号の位相差を 90deg とすることにより、クロスダイポールアンテナ 25 から放射される無線電波を円偏波とすることが可能である。

また、ダイポールアンテナ 25a へ供給する給電信号をダイポールアンテナ 25b へ供給する給電信号に対して $+90\text{deg}$ とした場合と -90deg とした場合とで、放射される無線電波の円偏波を RHP と LHP とで切り換えることができる。換言すれば、クロスダイポールアンテナ 25 への給電方法を切り換えることで第 1 モード M1 における無線電波の放射と第 2 モード M2 における無線電波の放射を切り換えることができる。

[0085] 即ち、図 12 に戻って説明を続けると、遅延回路 23 によって 90deg 位相を遅らせた信号を第 3 ポート P3 からアンテナ部 12 に供給した場合と、第 4 ポート P4 からアンテナ部 12 に供給した場合とで、アンテナ部 12 から放射される無線電波が RHP と LHP で切り換わる。

[0086] 偏波切換スイッチ 24 は、このように RHP と LHP を切り換えるた

めのスイッチとされ、第1ポートP1に入力された信号を第3ポートP3に接続し第2ポートP2に入力された信号を第4ポートP4に接続するモードと、第1ポートP1に入力された信号を第4ポートP4に接続し第2ポートP2に入力された信号を第3ポートP3に接続するモードとを切り換えるものである。

[0087] 具体的には、演算処理部3によって供給される偏波切換信号S2に基づいて、偏波切換スイッチ24は、第1ポートP1及び第2ポートP2と、第3ポートP3及び第4ポートP4との接続態様を切り換えることで、RHCPの無線電波を用いた通信を行う第1モードM1とLHCPの無線電波を用いた通信を行う第2モードM2の切り換えを行う。

[0088] 次に、送受信切換部9が受信モードに切り換えられた場合の各部の動きについて説明する。

[0089] アンテナ部12のクロスダイポールアンテナ25においては、各ダイポールアンテナ25a、25bから90deg位相がずれた信号が偏波切換スイッチ24に入力される。

[0090] ここで、演算処理部3からRHCPの無線電波を受信する第1モードM1に切り換えるための偏波切換信号S2が偏波切換スイッチ24に供給されているとする。

このとき、例えば、理想的なRHCPの無線電波を受信している場合には、第1ポートP1から遅延回路23を経て出力される信号と第2ポートP2から出力される信号は、同位相のものとされる。

データの受信時においては、分配・合成器10は、偏波切換部11から出力された2系統の信号を合成して1系統の信号とし、送受信切換部9へ出力する。

従って、分配・合成器10において双方の信号が合成されて受信信号として後段の送受信切換部9に出力される。

[0091] 一方、理想的なLHCPの無線電波を受信している場合には、第1ポートP1から遅延回路23を経て出力される信号と第2ポートP2から出力され

る信号は逆位相のものとなる。

従って、分配・合成器 10 において双方の信号が合成されることにより信号が打ち消し合うため、送受信切換部 9 に信号が出力されないこととなる。

[0092] また、演算処理部 3 から L H C P の無線電波を受信する第 2 モード M 2 に切り換えるための偏波切換信号 S 2 が偏波切換スイッチ 24 に供給されているとする。

このとき、例えば、理想的な L H C P の無線電波を受信している場合には、第 1 ポート P 1 から遅延回路 23 を経て出力される信号と第 2 ポート P 2 から出力される信号は、同位相のものとされる。

従って、分配・合成器 10 において双方の信号が合成されて受信信号として後段の送受信切換部 9 に出力される。

[0093] 一方、理想的な R H C P の無線電波を受信している場合には、第 1 ポート P 1 から遅延回路 23 を経て出力される信号と第 2 ポート P 2 から出力される信号は逆位相のものとなる。

従って、分配・合成器 10 において双方の信号が合成されることにより信号が打ち消し合うため、送受信切換部 9 に信号が出力されないこととなる。

[0094] このように、演算処理部 3 からの偏波切換信号 S 2 によって、偏波切換部 11 のモードを切り換えることにより、R H C P の無線電波と L H C P の無線電波の何れの電波を受信するかが切り換わる。

[0095] 送受信切換部 9 は、送受信切換信号 S 1 によって受信モードに切り換えられた場合に、分配・合成器 10 からの信号を受信アンプ 15 に出力する。

[0096] なお、ここでの説明においては、第 1 モード M 1 において理想的な L H C P の無線電波を受信したとき、或いは第 2 モード M 2 において理想的な R H C P の無線電波を受信したときに、分配・合成器 10 から信号が出力されないことを記載した。

しかし、実環境においてアンテナ部 12 で受信する無線電波は、各種の電波やノイズが混合されたものである。

従って、基地局 2 から放射された R H C P の無線電波を対応しない第 2 モ

ードM2で受信したとしても、分配・合成器10から何らかの信号が出力される。同様に、基地局2から放射されたLHCPの無線電波を対応しない第1モードM1で受信したとしても、分配・合成器10から何らかの信号が出力される。

[0097] 以降の説明においては、基地局2から放射されたRHCPの無線電波を第1モードM1で受信する場合や、LHCPの無線電波を第2モードM2で受信する場合について、即ち対応するモードで受信する場合について、「対応モードでの受信」と記載する。

また、基地局2から放射されたRHCPの無線電波を第2モードM2で受信する場合や、LHCPの無線電波を第1モードM1で受信する場合について、即ち対応しないモードで受信する場合について、「非対応モードでの受信」と記載する。

[0098] <4. 直接波成分の特定方法>

上述したように、測距及び測位を高精度に行うためには、各種の電波やノイズが混合された無線電波を受信した場合に、基地局2から放射された無線電波の直接波成分を特定することが重要である。

[0099] 本実施の形態においては、直接波成分を特定するために、対応モードでの受信を行うことにより得られた時間波形と、非対応モードでの受信を行うことにより得られた時間波形とを用いる。

[0100] ここで、RHCPの無線電波を受信するための第1モードM1における無線電波の受信によって得られた時間信号を第1時間波形とし、第2モードM2における無線電波の受信によって得られた時間信号を第2時間波形とする。

[0101] 即ち、基地局2が放射する無線電波がRHCPのものであった場合には、第1時間波形は対応モードでの受信に基づく時間波形とされ、第2時間波形は非対応モードでの受信に基づく時間波形とされる。

[0102] 一方、基地局2が放射する無線電波がLHCPのものであった場合には、第1時間波形は非対応モードでの受信に基づく時間波形とされ、第2時間波

形は対応モードでの受信に基づく時間波形とされる。

[0103] ここでは、幾つかの方法について添付図を参照して説明する。

[0104] <4-1. 第1の方法>

直接波成分を特定するための第1の方法は、ノイズ判定閾値 T_{h1} を用いた方法である。ここでは、基地局2がRHCPの無線電波を放射した場合について説明する。

[0105] 図14は、第1時間波形を示したものであり、対応モードでの受信に基づく時間波形とされる。

また、図15は、第2時間波形を示したものであり、非対応モードでの受信に基づく時間波形とされる。

[0106] 両図とも、横軸が時間とされ、縦軸が受信信号の信号強度とされる。ノイズ判定閾値 T_{h1} は、受信した信号がノイズであるか否かを判定するための閾値である。具体的には、ノイズ判定閾値 T_{h1} を超えない場合にはノイズのみを受信していると判定され、ノイズ判定閾値 T_{h1} を超える場合にはノイズ以外の信号、即ち、受信すべき信号を受信していると判定される。

[0107] 図14に示す第1時間波形においては、時間 T_1 のタイミングで受信信号の信号強度がノイズ判定閾値 T_{h1} を超える。従って、時間 T_1 以降に受信した信号に直接波成分が含まれていると判定される。以降の説明においては、直接波を受信している期間を「直接波受信期間 T_r 」と記載する。

また、図14に示す第1時間波形においては、時間 T_2 にピークが位置しているため、時間 T_2 付近で直接波を受信していると判定される虞がある。

[0108] ところで、本実施の形態においては、非対応モードでの受信に基づく時間波形である第2時間波形も用いて直接波成分を判定するものである。

図15に示す第2時間波形においては、時間 T_3 のタイミングで受信信号の信号強度がノイズ判定閾値 T_{h1} を超える。

[0109] 図14の第1時間波形に基づいて直接波成分の受信フラグ（直接波を受信している期間を1とし、それ以外を0とする）を判定した結果と、図15の第2時間波形に基づいて直接波成分の受信フラグを判定した結果を図16に

示す。

[0110] 図示するように、時間 T_2 付近については、第1時間波形及び第2時間波形ともに受信フラグが「1」とされている。従って、この期間についてはノイズ成分を多く受信したことによってピークが形成されたと判定することができる。

[0111] 一方、時間 T_1 から時間 T_3 の間の期間は非対応モードでの受信に基づく時間波形である第2時間波形においては受信フラグが「0」とされているのに対して、対応モードでの受信に基づく時間波形である第1時間波形においては受信フラグが「1」とされている。

[0112] 即ち、図14に示すようにノイズに埋もれそうな受信信号に直接波成分が含まれており、時間 T_1 から時間 T_3 までの期間が直接波受信期間 T_r である、或いは、直接波受信期間 T_r が含まれた期間であると判定することができる。

即ち、第1時間波形と第2時間波形の双方を用いることにより、受信波形のピークに基づく直接波受信期間 T_r の誤判定を回避することができる。

[0113] <4-2. 第2の方法>

直接波成分を特定するための第1の方法は、第1時間波形と第2時間波形の差分を算出して得られる差分波形を用いた方法である。ここでは、基地局2がRHCPの無線電波を放射した場合について説明する。この方法は、第1モード M_1 と第2モード M_2 の双方において同レベルのノイズが受信される環境において好適である。

[0114] 図17は、第1時間波形を示したものであり、対応モードでの受信に基づく時間波形とされる。

また、図18は、第2時間波形を示したものであり、非対応モードでの受信に基づく時間波形とされる。

[0115] 両図とも、横軸が時間とされ、縦軸が受信信号の信号強度とされる。

[0116] 図17に示す第1時間波形においては、なまった波形が観測されており、直接波受信期間 T_r を正確に特定することが難しい。

[0117] そこで、非対応モードでの第2時間波形を取得し、その差分を算出して差分波形を得る。差分波形の一例を図19に示す。

[0118] 図示するように、ノイズ成分がキャンセルされて、直接波成分の特定を高精度で行うことができる。

[0119] なお、直接波成分の立ち上がりを検出するために、検出閾値 T_h2 を用いて判定してもよい（図19参照）。

[0120] <4-3. 測距方法>

第1または第2の方法を用いて直接波成分を特定した後は、基地局2との距離を測定する処理を行う。図14から図19の各図における横軸は時間軸であり、基地局2との距離を表した軸と換言することができる。具体的には、直接波成分が検出された時間と光速の乗算を行うことにより、基地局2との距離を算出することができる。

[0121] なお、測位については、当該手法を用いて複数の基地局2との距離を測定することにより計測可能である。

[0122] <5. 処理フロー>

測距装置1の演算処理部3（CPU71）が測距を行うために実行する処理の流れについて、図20を参照して説明する。

[0123] 演算処理部3はステップS101において、RHCPの無線電波を受信するために第1モードM1を設定する。

[0124] 続いて、演算処理部3はステップS102において、送受信処理を行う。該送受信処理では、基地局2から送信されたRHCPの無線電波を測距装置1で受信すると共に、測距装置1で送信した無線電波を基地局2で受信する。

この処理は、所定の周波数帯域内で周波数ごとの位相 θ を得るために行われる。これにより、信号伝搬路の周波数に対する位相特性を得ることができる。

[0125] 演算処理部3はステップS103において、位相特性から図14や図17に示すような第1時間波形を得る。

[0126] 演算処理部3はステップS104において、LHCPの無線電波を受信するために第2モードM2を設定する。

[0127] 演算処理部3はステップS105において、送受信処理を行う。該送受信処理では、ステップS102と同様に、基地局2と測距装置1との間で行う。

[0128] 演算処理部3はステップS106において、位相特性から図15や図18に示すような第2時間波形を得る。

[0129] 演算処理部3はステップS107において、第1時間波形及び第2時間波形を用いて直接波成分を検出する。具体的には、前述したように、受信フラグを用いてもよいし、差分波形を算出して用いてもよい。

[0130] 演算処理部3はステップS108において、直接波成分の検出結果に基づいて距離を算出する。

[0131] <6. 変形例>

各種の変形例について説明する。

<6-1. 第1の変形例>

上述した例では、基地局2から送信されたRHCPまたはLHCPの何れか一方とされた無線電波について、測距装置1において第1モードM1と第2モードM2を切り換えながら受信する例について説明した。例えば、上述した例では、基地局2はRHCPの無線電波のみを送信可能とされており、測距装置1では、RHCPの無線電波を第1モードM1で受信すると共に、第2モードM2でも受信する。

[0132] 第1の変形例では、基地局2からRHCPの無線電波とLHCPの無線電波の双方を送信可能とされ、測距装置1AはRHCPの無線電波とLHCPの無線電波の何れか一方のみを受信可能とされている。即ち、測距装置1Aは、第1モードM1と第2モードM2の何れか一方の形態のみを採ることが可能とされている。

[0133] 測距装置1Aの構成例について図21に示す。なお、図21においては図12と同様に、演算処理部3と送受信切換部9の間に設けられた各部の構成

を省略して示している。

[0134] 測距装置 1 A は、偏波切換部 1 1 を備えていないことにより、R H C P の無線電波と L H C P の無線電波の何れか一方のみを用いて送受信が可能とされている。

[0135] 基地局 2 側で送信する無線電波を R H C P と L H C P で切り換えることにより、測距装置 1 A において、対応モードでの受信に基づく第 1 時間波形と非対応モードでの受信に基づく第 2 時間波形を取得することが可能とされる。

[0136] なお、上述したように、測距装置 1 が第 1 モード M 1 と第 2 モード M 2 を切り替え可能に構成されていたとしても、いずれかのモードに固定することにより本変形例と同様のことを実現することができる。

[0137] < 6 - 2. 第 2 の変形例 >

上述した測距装置 1 では、分配・合成器 1 0 と偏波切換部 1 1 を備えることにより R H C P の無線電波の送受信と L H C P の無線電波の送受信が可能とされていた。

第 2 の変形例における測距装置 1 B では、分配・合成器 1 0 と偏波切換部 1 1 の代わりに、偏波切換スイッチ 2 4 B とハイブリッドカプラ 2 6 とを備えている。

[0138] 測距装置 1 B の構成例について図 2 2 に示す。なお、図 2 2 においては図 1 2 及び図 2 1 と同様に、演算処理部 3 と送受信切換部 9 の間に設けられた各部の構成を省略して示している。

[0139] 測距装置 1 B は、偏波切換スイッチ 2 4 B とハイブリッドカプラ 2 6 を備えている。

[0140] 偏波切換スイッチ 2 4 B は、S P D T スイッチなどとして構成されており、図 3 における偏波切換部 1 1 として機能する。

ハイブリッドカプラ 2 6 は、第 1 ポート P o 1、第 2 ポート P o 2、第 3 ポート P o 3、第 4 ポート P o 4 の四つのポートを備えている。

[0141] 偏波切換スイッチ 2 4 B の双投側の二つのポートは、それぞれ第 1 ポート

P o 1 と第 2 ポート P o 2 に接続されている。ハイブリッドカプラ 2 6 は、第 3 ポート P o 3 から出力される信号と第 4 ポート P o 4 から出力される信号の位相差を 9 0 d e g に調整することができる。

[0142] 測距装置 1 B が R H C P または L H C P の無線電波を送信する際の挙動について説明する。

ハイブリッドカプラ 2 6 は、第 1 ポート P o 1 に対して信号が入力された場合と、第 2 ポート P o 2 に対して信号が入力された場合とで、第 3 ポート P o 3 から出力される信号が第 4 ポート P o 4 から出力される信号に対して 9 0 d e g 進む場合と 9 0 d e g 遅れる場合とを切り換えることができる。

[0143] 即ち、偏波切換スイッチ 2 4 B は、演算処理部 3 から供給される偏波切換信号 S 2 に基づいて、信号を第 1 ポート P o 1 に出力するか、或いは、第 2 ポート P o 2 に出力するかを切り換えることで、ハイブリッドカプラ 2 6 から出力される二つの信号の位相差を 9 0 d e g と - 9 0 d e g で切り換えることができる。

[0144] これにより、クロスダイポールアンテナ 2 5 から出力される無線電波を R H C P と L H C P とで切り換えることができる。

[0145] 次に、測距装置 1 B が基地局 2 から送信される無線電波を受信する際の挙動について説明する。

[0146] クロスダイポールアンテナ 2 5 から出力される二つの信号は、一方がハイブリッドカプラ 2 6 の第 3 ポート P o 3 へ入力され他方が第 4 ポート P o 4 へ入力される。また、クロスダイポールアンテナ 2 5 が R H C P の無線電波を受信した場合と L H C P の無線電波を受信した場合とで、出力される二つの信号の位相差が 9 0 d e g と - 9 0 d e g とで切り換わる。

[0147] ハイブリッドカプラ 2 6 は、第 3 ポート P o 3 へ入力される信号が第 4 ポート P o 4 へ入力される信号よりも 9 0 d e g 遅れていた場合に、第 1 ポート P o 1 から信号を出力する。このとき、第 2 ポート P o 2 からは信号が出力されない。

[0148] また、ハイブリッドカプラ 2 6 は、第 3 ポート P o 3 へ入力される信号が

第4ポートP○4へ入力される信号よりも90deg進んでいた場合に、第2ポートP○2から信号を出力する。このとき、第1ポートP○1からは信号が出力されない。

[0149] そこで、演算処理部3は、偏波切換信号S2によって偏波切換スイッチ24Bが第1ポートP○1からの出力信号のみを受け取るように切り換えることで、RHCPとLHCPの何れか一方の無線電波のみを受信可能な構成とすることができる。また、演算処理部3は、偏波切換信号S2によって偏波切換スイッチ24Bが第2ポートP○2からの出力信号のみを受け取るように切り換えることで、他方の円偏波の無線電波のみを受信可能な構成とすることができる。

[0150] 即ち、演算処理部3は、偏波切換信号S2によって第1モードM1と第2モードM2とを切り換え可能とされる。

[0151] このような構成を採用しても上述した作用効果を得ることができる。

[0152] <6-3. 第3の変形例>

上述した例では、アンテナ部12が一つのアンテナ（クロスダイポールアンテナ25）のみを備えている例を示したが、第3の変形例における測距装置1Cにおけるアンテナ部12Cは二つのクロスダイポールアンテナ25R、25Lを備えている。

[0153] 測距装置1Cの構成について図23に示す。なお、図23においては図12、図21及び図22と同様に、演算処理部3と送受信切換部9の間に設けられた各部の構成を省略して示している。

[0154] 測距装置1Cの構成は、送受信切換部9、分配・合成器10、遅延回路23及びクロスダイポールアンテナ25それぞれについて、RHCP用の構成とLHCP用の構成を備えている。

[0155] 具体的に、RHCPの無線電波の送受信を行うための構成として、測距装置1Cは、送受信切換部9R、分配・合成器10R、遅延回路23R及びクロスダイポールアンテナ25Rを備えている。

[0156] また、LHCPの無線電波の送受信を行うための構成として、測距装置1

Cは、送受信切換部9L、分配・合成器10L、遅延回路23L及びクロスダイポールアンテナ25Lを備えている。

[0157] 演算処理部3は、送受信切換部9Rに対して送受信切換信号S1Rを供給することにより、クロスダイポールアンテナ25Rを用いた通信における送信モードと受信モードを切り換える。

また、演算処理部3は、送受信切換部9Lに対して送受信切換信号S1Lを供給することにより、クロスダイポールアンテナ25Lを用いた通信における送信モードと受信モードを切り換える。

[0158] 測距装置1Cの構成は、例えば、基地局2がRHCPの無線電波を送信してきた場合において、RHCPの無線電波の送受信に対応した各部を用いて対応モードでの受信を行うと同時に、LHCPの無線電波の送受信に対応した各部を用いて非対応モードでの受信を行うことができる。

[0159] 従って、上述した第1時間波形と第2時間波形を略同時に取得することができるため、例えば、信号伝搬路におけるノイズが時間経過と共に変化する環境であっても、第1時間波形と第2時間波形に対するノイズのばらつきによる影響を最小限にとどめることができる。即ち、測距装置1Cの構成によれば測距精度の向上を図ることができる。

[0160] なお、図23に示す測距装置1Cにおいては、送受信切換部9と分配・合成器10と遅延回路23それぞれについてRHCP用のものとLHCP用のものを備えるように構成したが、一部をRHCP用とLHCP用で共用するように構成してもよい。

[0161] <6-4. 第4の変形例>

上述した各例におけるアンテナ部12(12C)はクロスダイポールアンテナ25(25R、25L)を備えていた。

RHCP及びLHCPの無線電波の送受信を行うためのアンテナの構成はクロスダイポールアンテナに限られない。例えば、図24に示すように、パッチアンテナ27とされていてもよい。

[0162] 具体的には、アンテナ部12は、略矩形状に形成されたパッチアンテナ2

7と、該パッチアンテナ27の隣り合う2辺に設けられた各電極対して接続された第1電線28と第2電線29とを備えて構成されている。

[0163] 無線電波の送信時においては、第1電線28と第2電線29とに位相差が90degとなる信号を供給することにより、RHCPまたはLHCPの無線電波を放射することができる。そして、第2電線29に供給する信号に対して第1電線28に供給する信号の位相を+90degとする場合と-90degとする場合とを切り換えることにより、RHCPの無線電波による通信とLHCPの無線電波による通信を切り換えることが可能となる。

[0164] また、RHCPまたはLHCPの無線電波の受信時においては、第1電線28と第2電線29から位相差が90degとされた信号が後段に出力される。後段におけるモードを第1モードM1と第2モードM2とで適切に切り換えることにより、RHCPやLHCPとされた無線電波を受信することができる。

[0165] <6-5. その他>

上述した各例においては、位相差が90degとなるように遅延回路23(23R、23L)が設けられていたが、必ずしも位相差が90deg丁度となるように一方の信号を遅延させなくてもよい。

[0166] 例えば、位相差が30degから150degの間となるように遅延させてもよいし、位相差が210degから330degの間となるように遅延させてもよい。

また、送信時においてRHCPの無線電波を放射するモードからLHCPの無線電波を放射するモードへと切り換える場合には、アンテナ部12(12C)に供給する二つの信号の位相差が30degから150degの間とされた状態から位相差が210degから330degの間とされた状態へと変更することにより実現できる。

[0167] <7. まとめ>

上述した各例で説明したように、測距装置1(1A、1B、1C)は、他の装置(例えば基地局2)との間で、位相ベース方式による測距のための通

信として、右旋円偏波による第1無線通信（RHCPに基づく送受信）と、左旋円偏波による第2無線通信（LHCPに基づく送受信）とを行う通信処理部F1と、第1無線通信による受信信号に基づいて得られる信号伝送路の周波数特性を逆フーリエ変換して得られる第1時間波形（図14、図17参照）と第2無線通信による受信信号に基づいて得られる信号伝送路の周波数特性を逆フーリエ変換して得られる第2時間波形（図15、図18参照）とに基づいて、他の装置との距離を測定する測距部F4と、を備えている。

例えば、右旋円偏波と左旋円偏波のうちアンテナが受信しやすい円偏波の無線電波を受信したときの第1時間波形と、アンテナが受信しにくい円偏波の無線電波を受信したときの第2時間波形を用いて（或いはその逆）、他の装置からの直接波成分を特定することができる。

これにより、他の装置との距離を高精度で算出することが可能となる。また、一次反射波の成分を除外することができるため、測距精度をより高めることが可能となる。

[0168] 図21等を参照して第1の変形例で説明したように、第1無線通信は、右旋円偏波（RHCP）の無線電波を受信する通信とされ、第2無線通信は、左旋円偏波（LHCP）の無線電波を受信する通信とされてもよい。

他の装置（基地局2）から送信される右旋円偏波と左旋円偏波の2種類の無線電波について、何れか一方の円偏波の対応したアンテナ（クロスダイポールアンテナ25Rまたはクロスダイポールアンテナ25L）で受信することにより、第1時間波形と第2時間波形とを得ることができる。これら二つの時間波形を用いることで、他の装置からの直接波を特定することができるため、高精度の測距を行うことが可能となる。

[0169] 図21等を参照して第1の変形例で説明したように、他の装置（基地局2）から放射された右旋円偏波（RHCP）の無線電波と左旋円偏波（LHCP）の無線電波の何れか一方に対応した信号受信部（例えばアンテナ部12、偏波切換部11、分配・合成器10）を測距装置1Aが備えていてもよい。

より具体的には、測距装置 1 A は、無線電波の受信に基づいて位相差のある受信信号を出力するアンテナ部 1 2 と、アンテナ部 1 2 から出力される受信信号を合成する合成部（遅延回路 2 3 及び分配・合成器 1 0）と、を備え、合成部は、右旋円偏波（R H C P）の無線電波と左旋円偏波（L H C P）の無線電波の何れか一方の受信に対応するものとされてもよい。

これにより、基地局 2 が右旋円偏波の無線電波と左旋円偏波の無線電波の双方を順に放射した場合に、アンテナ部 1 2 においては、少なくとも一方の受信について、直接波成分としての円偏波の回転方向とアンテナ部 1 2 が対応している円偏波の回転方向が逆方向となる。従って、第 1 時間波形と第 2 時間波形のうちの一方は、直接波成分を多く含まずにノイズ成分を多く含むものとなり、ノイズ成分を特定することが可能となる。

[0170] 図 1 2、図 2 2 等を参照して説明したように、測距装置 1（1 B、1 C）無線電波の受信時に受信信号を出力するアンテナ部 1 2 と、アンテナ部 1 2 から出力される受信信号を合成する合成部（分配・合成器 1 0 及び遅延回路 2 3）と、合成部が右旋円偏波（R H C P）の電波信号の受信に対応した合成を行う第 1 モード M 1 と合成部が左旋円偏波（L H C P）の電波信号の受信に対応した合成を行う第 2 モード M 2 とを切り換える切換部 F 2 と、を備え、第 1 無線通信は、第 1 モード M 1 に切り換えられた状態で行われる無線電波の通信とされ、第 2 無線通信は、第 2 モード M 2 に切り換えられた状態で行われる無線電波の通信とされてもよい。

即ち、切換部 F 2 は、偏波切換部 1 1 或いは偏波切換スイッチ 2 4 B を第 1 モード M 1 に切り換えることにより合成部が右旋円偏波の無線電波の受信に対応した合成を行い、偏波切換部 1 1 或いは偏波切換スイッチ 2 4 B を第 2 モード M 2 に切り換えることにより合成部が左旋円偏波の無線電波の受信に対応した合成を行う。

これにより、他の装置（基地局 2）から送信された右旋円偏波の無線電波と左旋円偏波の無線電波の何れか一方に対して、第 1 モード M 1 による受信と第 2 モード M 2 による受信を行うことが可能となる。

[0171] 直接波成分の特定方法として図14から図19の各図を参照して説明したように、第1無線通信は、合成部（遅延回路23及び分配・合成器10）が第1モードM1に切り換えられた状態で右旋円偏波（RHCP）と左旋円偏波（LHCP）の何れかとされた特定円偏波の無線電波の受信を行う通信とされ、第2無線通信は、合成部が第2モードM2に切り換えられた状態で特定円偏波の無線電波の受信を行う通信とされてもよい。

これにより、他の装置（基地局2）から受信した無線電波についての円偏波の回転方向が一致したモード（対応モード）と一致していないモード（非対応モード）の双方で受信が行われ、第1時間波形と第2時間波形が取得される。従って、他の装置からの直接波を特定することができるため、高精度の測距を行うことが可能となる。

[0172] 図12、図13及び図24等を参照して説明したように、測距装置1（1A、1B、1C）が備えるアンテナ部12（12C）は、クロスダイポールアンテナ25（25R、25L）またはパッチアンテナ27の何れかとされてもよい。

これにより、クロスダイポールアンテナ25やパッチアンテナ27を用いて、高精度の測距を行うことが可能となる。

また、クロスダイポールアンテナ25の代わりに二組のモノポールアンテナを用いた構造を測距装置1が有していてもよい。具体的には、図25に示すように、グラウンド板30と二組のモノポールアンテナ31a、31bを有して構成され、それぞれのモノポールアンテナ31a、31bに対して位相差が90degとされた給電信号を印加する。

或いは、クロスダイポールアンテナ25の代わりに二組の逆Fアンテナを用いた構造を測距装置1が有していてもよい。具体的には、図26に示すように、グラウンド板30と二組の逆Fアンテナ32a、32bを有して構成され、それぞれの逆Fアンテナ32a、32bに対して位相差が90degとされた給電信号を印加する。

更に、パッチアンテナ27の代わりに板状逆Fアンテナを備えて測距装置

1 が構成されていてもよい。具体的には、図 27 に示すように、グランド板 30 と板状逆 F アンテナ 32 を備え、板状逆 F アンテナ 32 に信号を供給する第 1 電線 34 a と第 2 電線 34 b に対して位相差が 90 deg となる信号を供給する。

これらの変形例はあくまで一例であり、その他にも各種のアンテナ形態を採用することにより測距装置 1 における高精度の測距を実現してもよい。

[0173] 図 13 等を参照して説明したように、切換部 F 2 は、アンテナ部 12 (12C) に対する給電方法を切り換えることで第 1 モード M1 における無線電波の放射と第 2 モード M2 における無線電波の放射の切り換えを行ってもよい。

例えば、アンテナ部 12 が二組のダイポールアンテナ 25 a、25 b によって構成されている場合には、第 1 ダイポールアンテナ 25 a と第 2 ダイポールアンテナ 25 b とに印加される給電信号の位相差を 90 deg に設定する。このとき、第 1 ダイポールアンテナ 25 a への給電信号の位相が 90 deg 進むように給電する給電方法と、第 2 ダイポールアンテナ 25 b への給電信号の位相が 90 deg 進むように給電する給電方法とを切り換えることで、第 1 モード M1 における無線電波の放射と第 2 モード M2 における無線電波の放射とを切り換えることができる。

これにより、右旋円偏波 (RHCP) の無線電波による通信と左旋円偏波 (LHCP) の無線電波による通信を切り換えることが可能となる。

また、アンテナ部 12 がパッチアンテナ 27 とされた場合には、パッチアンテナ 27 に設けられた二つの電極に対して 90 deg 位相をずらした給電信号を供給する。そして、二つの電極に供給する給電信号を入れ換えることで、第 1 モード M1 の電波放射と第 2 モード M2 の電波放射を切り換えることができる。

モードの切り換えを行うことで、右旋円偏波の無線電波による通信と左旋円偏波の無線電波による通信を切り換えることが可能となる。

[0174] その他にて記載したように、切換部 F 2 は、アンテナ部 12 (12C) に

供給する２種類の給電信号の位相差が３０度以上１５０度以下とされた状態から２１０度以上３３０度以下とされた状態へと切り換えることでモードの切り換えを行ってもよい。

これにより、無線電波による通信を右旋円偏波（ＲＨＣＰ）のものから左旋円偏波（ＬＨＣＰ）のものへと切り換えること、或いは、その逆に切り換えることが可能となる。

[0175] 第２の変形例において図２３等を参照して説明したように、測距装置１Ｂは、スイッチ素子（偏波切換スイッチ２４Ｂ）と、スイッチ素子から入力された信号を分配してアンテナ部１２（１２Ｃ）に供給しアンテナ部１２から出力される受信信号を合成してスイッチ素子に出力するハイブリッドカプラ２６と、を備え、切換部Ｆ２は、スイッチ素子に対する切換信号を出力することによりモードの切り換えを行ってもよい。

これにより、アンテナ部１２で受信した右旋円偏波（ＲＨＣＰ）の無線電波と左旋円偏波（ＬＨＣＰ）の無線電波のうち、スイッチ素子によって選択されたモードに対応した円偏波の無線電波を受信することができる。

ハイブリッドカプラ２６において９０degなどの所定の位相差が自動的に作られることで、スイッチ素子を切り換えるだけでモードの変更を容易に行うことができる。

[0176] 第３の変形例において図２３等を参照して説明したように、アンテナ部１２Ｃは、第１モードＭ１による無線電波の送受信が可能とされた第１アンテナ（クロスダイポールアンテナ２５Ｒ）と、第２モードＭ２による無線電波の送受信が可能とされた第２アンテナ（クロスダイポールアンテナ２５Ｌ）とを有していてもよい。

第１アンテナからの受信信号に基づいて第１時間波形を生成し、第２アンテナからの受信信号に基づいて第２時間波形を生成することで、直接波成分を受信するのに適したアンテナを特定することができ、高精度の測距を行うことが可能となる。

[0177] 直接波成分の特定方法における第１の方法において図１４から図１６の各

図を参照して説明したように、測距部F4は、第1時間波形と第2時間波形においてノイズ判定閾値 T_h1 を超えたか否かの判定結果が異なる時間区間を直接波受信期間 T_r と判定して測距を行ってもよい。

これにより、反射波成分を誤って直接波成分として検出してしまうことが防止され、適切な測距を行うことができる。

[0178] 直接波成分の特定方法における第2の方法において図17から図19の各図を参照して説明したように、測距部F4は、第1時間波形と第2時間波形の差分に基づいて測距を行ってもよい。

これにより、直接波成分を特定することが可能となるため、直接波成分を主に受信していた時間帯を特定することができ、適切な測距を行うことが可能となる。

[0179] なお、上述した各種の測距装置としての機能は、スマートフォンやタブレット端末などの携帯端末装置において好適に実装することができる。携帯端末装置においては、端末自身の位置情報を高精度に特定することができれば、各種のアプリケーションの使い勝手等を向上させることができる。

例えば、位置情報を用いた広告提示においては、高精度な位置情報に基づいて適切な広告情報を送信することができると共に、不適切な広告情報を送信せずに済むため、ユーザの利便性の向上や通信帯域の有効利用を図ることができる。

また、ナビゲーションを行うアプリケーションにおいては、誤った案内を提示してしまうことを削減しユーザに無駄な移動をさせずに済むことに加えて、使い勝手のよいナビゲーション機能を提供することができる。

更に、位置情報を用いたゲームアプリケーションにおいては、高精度な位置情報を用いることで公平なゲーム環境を提供することができる。

[0180] なお、本明細書に記載された効果はあくまでも例示であって限定されるものではなく、また他の効果があってもよい。

[0181] また、上述した各例はいかように組み合わせてもよく、各種の組み合わせを用いた場合であっても上述した種々の作用効果を得ることが可能である。

[0182] < 8. 本技術 >

(1)

他の装置との間で、位相ベース方式による測距のための通信として、右旋円偏波による第1無線通信と、左旋円偏波による第2無線通信とを行う通信処理部と、

前記第1無線通信による受信信号に基づいて得られる信号伝送路の周波数特性を逆フーリエ変換して得られる第1時間波形と前記第2無線通信による受信信号に基づいて得られる信号伝送路の周波数特性を逆フーリエ変換して得られる第2時間波形とに基づいて、前記他の装置との距離を測定する測距部と、を備えた

測距装置。

(2)

前記第1無線通信は、右旋円偏波の無線電波を受信する通信とされ、

前記第2無線通信は、左旋円偏波の無線電波を受信する通信とされた

上記(1)に記載の測距装置。

(3)

前記他の装置から放射された右旋円偏波の無線電波と左旋円偏波の無線電波の何れか一方に対応した信号受信部を備えた

上記(2)に記載の測距装置。

(4)

円偏波の無線電波の受信に基づいて位相差のある2種類の受信信号を出力するアンテナ部を備え、

前記信号受信部は、前記2種類の受信信号を合成する合成部を有し、

前記合成部は、右旋円偏波の無線電波と左旋円偏波の無線電波の何れか一方に対応した合成を行う

上記(3)に記載の測距装置。

(5)

無線電波の受信に基づいて受信信号を出力するアンテナ部と、

前記アンテナ部から出力される前記受信信号を合成する合成部と、

前記合成部が右旋円偏波の電波信号の受信に対応した合成を行う第1モードと前記合成部が左旋円偏波の電波信号の受信に対応した合成を行う第2モードとを切り換える切換部と、を備え、

前記第1無線通信は、前記第1モードに切り換えられた状態で行われる無線電波の通信とされ、

前記第2無線通信は、前記第2モードに切り換えられた状態で行われる無線電波の通信とされた

上記(1)に記載の測距装置。

(6)

前記第1無線通信は、前記合成部が前記第1モードに切り換えられた状態で右旋円偏波と左旋円偏波の何れかとされた特定円偏波の無線電波の受信を行う通信とされ、

前記第2無線通信は、前記合成部が前記第2モードに切り換えられた状態で前記特定円偏波の無線電波の受信を行う通信とされた

上記(5)に記載の測距装置。

(7)

前記アンテナ部は、クロスダイポールアンテナまたはパッチアンテナの何れかとされた

上記(4)から上記(6)の何れかに記載の測距装置。

(8)

前記切換部は、前記アンテナ部に対する給電方法を切り換えることで前記第1モードにおける無線電波の放射と前記第2モードにおける無線電波の放射の切り換えを行う

上記(5)から上記(6)の何れかに記載の測距装置。

(9)

前記切換部は、前記アンテナ部に供給する2種類の給電信号の位相差が30度以上150度以下とされた状態から210度以上330度以下とされた

状態へと切り換えることでモードの切り換えを行う

上記（８）に記載の測距装置。

（１０）

スイッチ素子と、

前記スイッチ素子から入力された信号を分配して前記アンテナ部に供給し
前記アンテナ部から出力される受信信号を合成して前記スイッチ素子に出力
するハイブリッドカプラをと、備え、

前記切換部は、前記スイッチ素子に対する切換信号を出力することにより
モードの切り換えを行う

上記（９）に記載の測距装置。

（１１）

前記アンテナ部は、前記第１モードによる無線電波の送受信が可能とされ
た第１アンテナと、前記第２モードによる無線電波の送受信が可能とされた
第２アンテナとを有する

上記（５）から上記（６）の何れかに記載の測距装置。

（１２）

前記測距部は、前記第１時間波形と前記第２時間波形において閾値を超え
たか否かの判定結果が異なる時間区間を直接波受信期間と判定して前記測距
を行う

上記（１）から上記（１１）の何れかに記載の測距装置。

（１３）

前記測距部は、前記第１時間波形と前記第２時間波形の差分に基づいて前
記測距を行う

上記（１）から上記（１２）の何れかに記載の測距装置。

（１４）

他の装置との間で、位相ベース方式による測距のための通信として、右旋
円偏波による第１無線通信と、左旋円偏波による第２無線通信とを行う通信
処理と、

前記第 1 無線通信による受信信号に基づいて得られる信号伝送路の周波数特性を逆フーリエ変換して得られる第 1 時間波形と前記第 2 無線通信による受信信号に基づいて得られる信号伝送路の周波数特性を逆フーリエ変換して得られる第 2 時間波形とに基づいて、前記他の装置との距離を測定する処理と、を演算処理装置が実行する測距方法。

符号の説明

- [0183] 1、1 A、1 B、1 C 測距装置
- 2 基地局（他の装置）
- 1 2、1 2 C アンテナ部
- 2 4 偏波切換スイッチ（切換部）
- 2 4 B 偏波切換スイッチ（スイッチ素子）
- 2 5 クロスダイポールアンテナ
- 2 5 R クロスダイポールアンテナ（第 1 アンテナ）
- 2 5 L クロスダイポールアンテナ（第 2 アンテナ）
- 2 6 ハイブリッドカプラ
- 2 7 パッチアンテナ
- M 1 第 1 モード
- M 2 第 2 モード
- T r 直接波受信期間
- F 1 通信処理部
- F 2 切換部
- F 4 測距部

請求の範囲

- [請求項1] 他の装置との間で、位相ベース方式による測距のための通信として、右旋円偏波による第1無線通信と、左旋円偏波による第2無線通信とを行う通信処理部と、
- 前記第1無線通信による受信信号に基づいて得られる信号伝送路の周波数特性を逆フーリエ変換して得られる第1時間波形と前記第2無線通信による受信信号に基づいて得られる信号伝送路の周波数特性を逆フーリエ変換して得られる第2時間波形とに基づいて、前記他の装置との距離を測定する測距部と、を備えた
- 測距装置。
- [請求項2] 前記第1無線通信は、右旋円偏波の無線電波を受信する通信とされ、
- 前記第2無線通信は、左旋円偏波の無線電波を受信する通信とされた
- 請求項1に記載の測距装置。
- [請求項3] 前記他の装置から放射された右旋円偏波の無線電波と左旋円偏波の無線電波の何れか一方に対応した信号受信部を備えた
- 請求項2に記載の測距装置。
- [請求項4] 円偏波の無線電波の受信に基づいて位相差のある2種類の受信信号を出力するアンテナ部を備え、
- 前記信号受信部は、前記2種類の受信信号を合成する合成部を有し、
- 前記合成部は、右旋円偏波の無線電波と左旋円偏波の無線電波の何れか一方に対応した合成を行う
- 請求項3に記載の測距装置。
- [請求項5] 無線電波の受信時に受信信号を出力するアンテナ部と、
- 前記アンテナ部から出力される前記受信信号を合成する合成部と、
- 前記合成部が右旋円偏波の電波信号の受信に対応した合成を行う第

1 モードと前記合成部が左旋円偏波の電波信号の受信に対応した合成を行う第2モードとを切り換える切換部と、を備え、

前記第1無線通信は、前記第1モードに切り換えられた状態で行われる無線電波の通信とされ、

前記第2無線通信は、前記第2モードに切り換えられた状態で行われる無線電波の通信とされた

請求項1に記載の測距装置。

[請求項6] 前記第1無線通信は、前記合成部が前記第1モードに切り換えられた状態で右旋円偏波と左旋円偏波の何れかとされた特定円偏波の無線電波の受信を行う通信とされ、

前記第2無線通信は、前記合成部が前記第2モードに切り換えられた状態で前記特定円偏波の無線電波の受信を行う通信とされた

請求項5に記載の測距装置。

[請求項7] 前記アンテナ部は、クロスダイポールアンテナまたはパッチアンテナの何れかとされた

請求項4に記載の測距装置。

[請求項8] 前記切換部は、前記アンテナ部に対する給電方法を切り換えることで前記第1モードにおける無線電波の放射と前記第2モードにおける無線電波の放射の切り換えを行う

請求項5に記載の測距装置。

[請求項9] 前記切換部は、前記アンテナ部に供給する2種類の給電信号の位相差が30度以上150度以下とされた状態から210度以上330度以下とされた状態へと切り換えることでモードの切り換えを行う

請求項8に記載の測距装置。

[請求項10] スイッチ素子と、

前記スイッチ素子から入力された信号を分配して前記アンテナ部に供給し前記アンテナ部から出力される受信信号を合成して前記スイッチ素子に出力するハイブリッドコプラをと、備え、

前記切換部は、前記スイッチ素子に対する切換信号を出力することによりモードの切り換えを行う

請求項 9 に記載の測距装置。

[請求項11] 前記アンテナ部は、前記第 1 モードによる無線電波の送受信が可能とされた第 1 アンテナと、前記第 2 モードによる無線電波の送受信が可能とされた第 2 アンテナとを有する

請求項 5 に記載の測距装置。

[請求項12] 前記測距部は、前記第 1 時間波形と前記第 2 時間波形において閾値を超えたか否かの判定結果が異なる時間区間を直接波受信期間と判定して前記測距を行う

請求項 1 に記載の測距装置。

[請求項13] 前記測距部は、前記第 1 時間波形と前記第 2 時間波形の差分に基づいて前記測距を行う

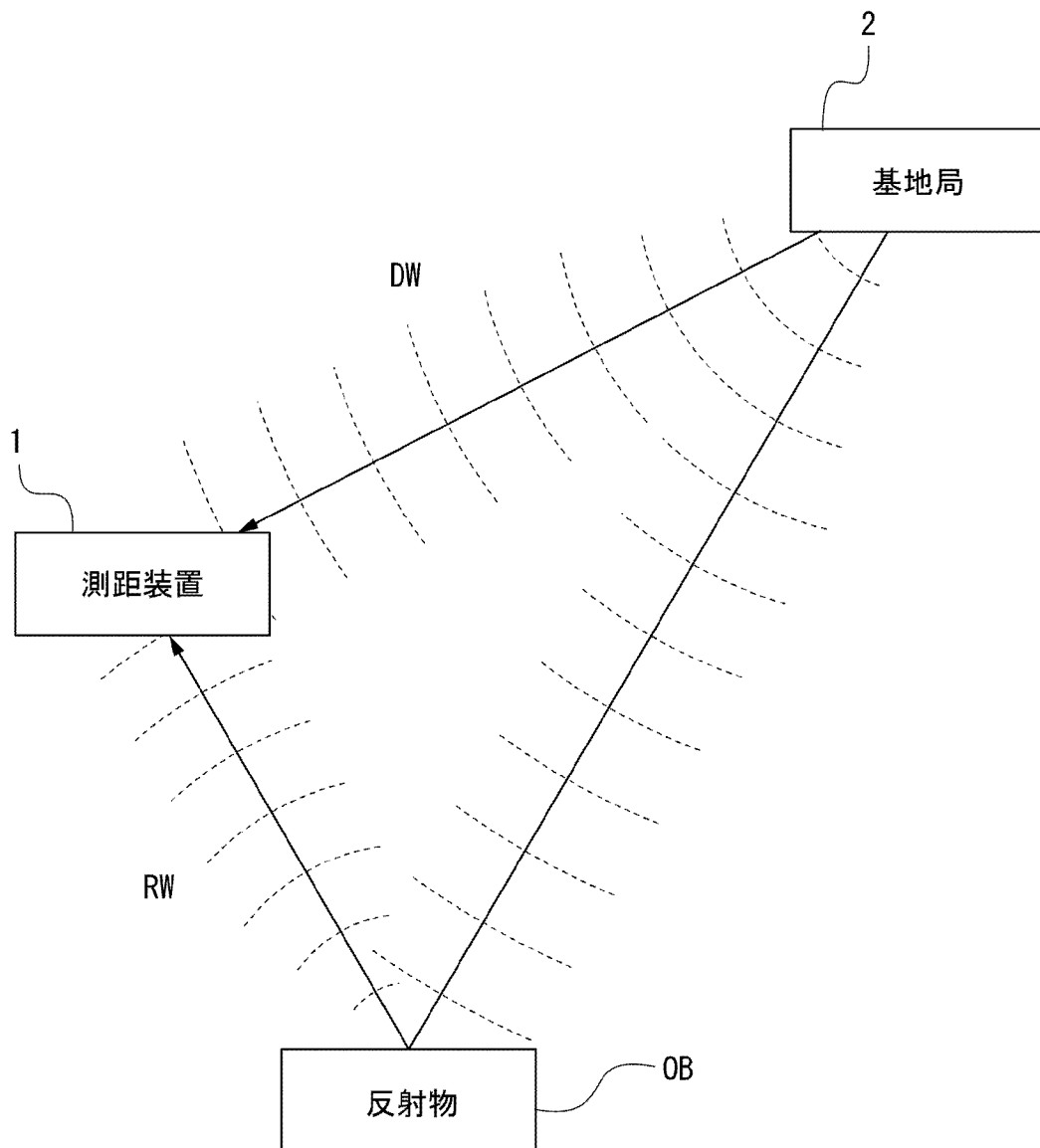
請求項 1 に記載の測距装置。

[請求項14] 他の装置との間で、位相ベース方式による測距のための通信として、右旋円偏波による第 1 無線通信と、左旋円偏波による第 2 無線通信とを行う通信処理と、

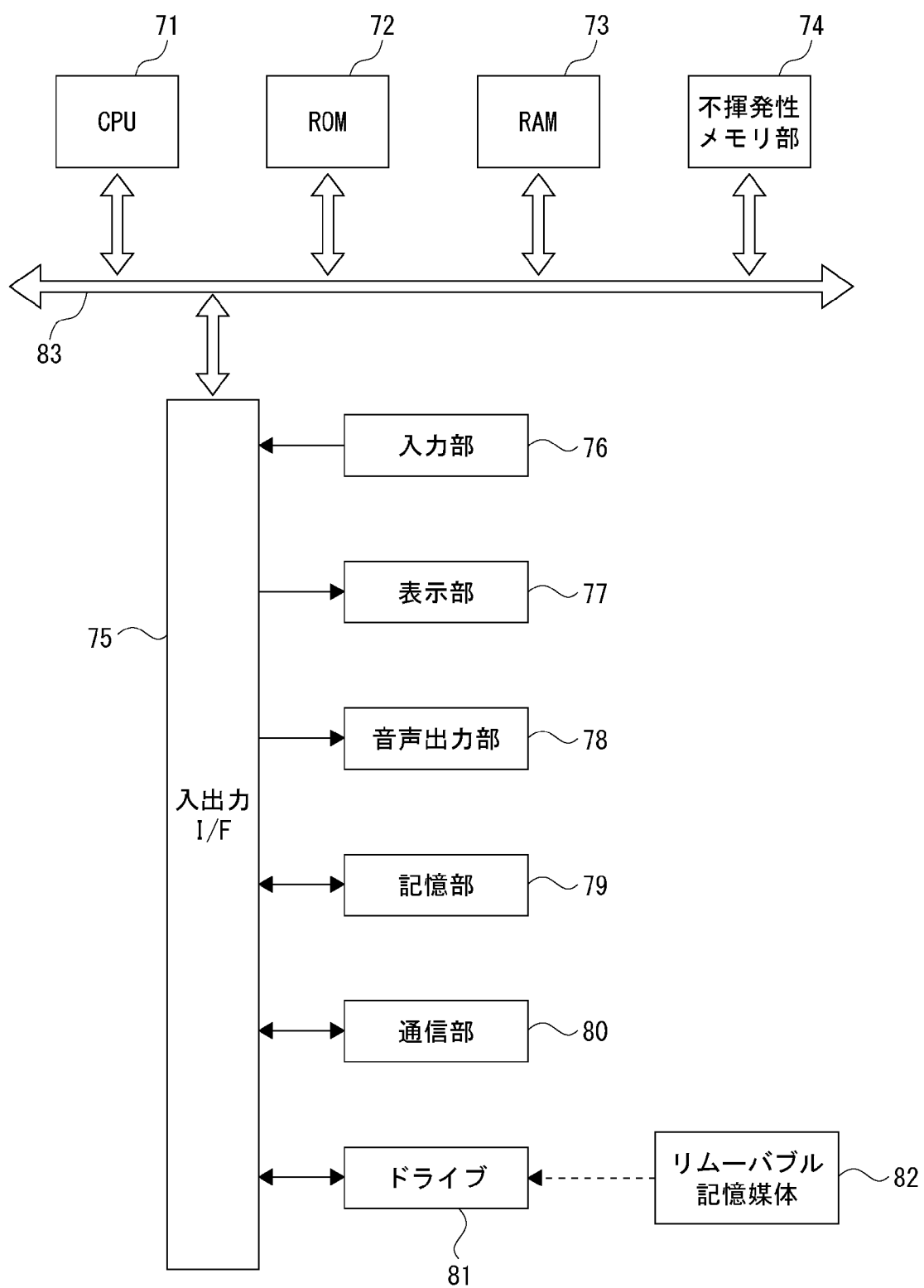
前記第 1 無線通信による受信信号に基づいて得られる信号伝送路の周波数特性を逆フーリエ変換して得られる第 1 時間波形と前記第 2 無線通信による受信信号に基づいて得られる信号伝送路の周波数特性を逆フーリエ変換して得られる第 2 時間波形とに基づいて、前記他の装置との距離を測定する処理と、を演算処理装置が実行する

測距方法。

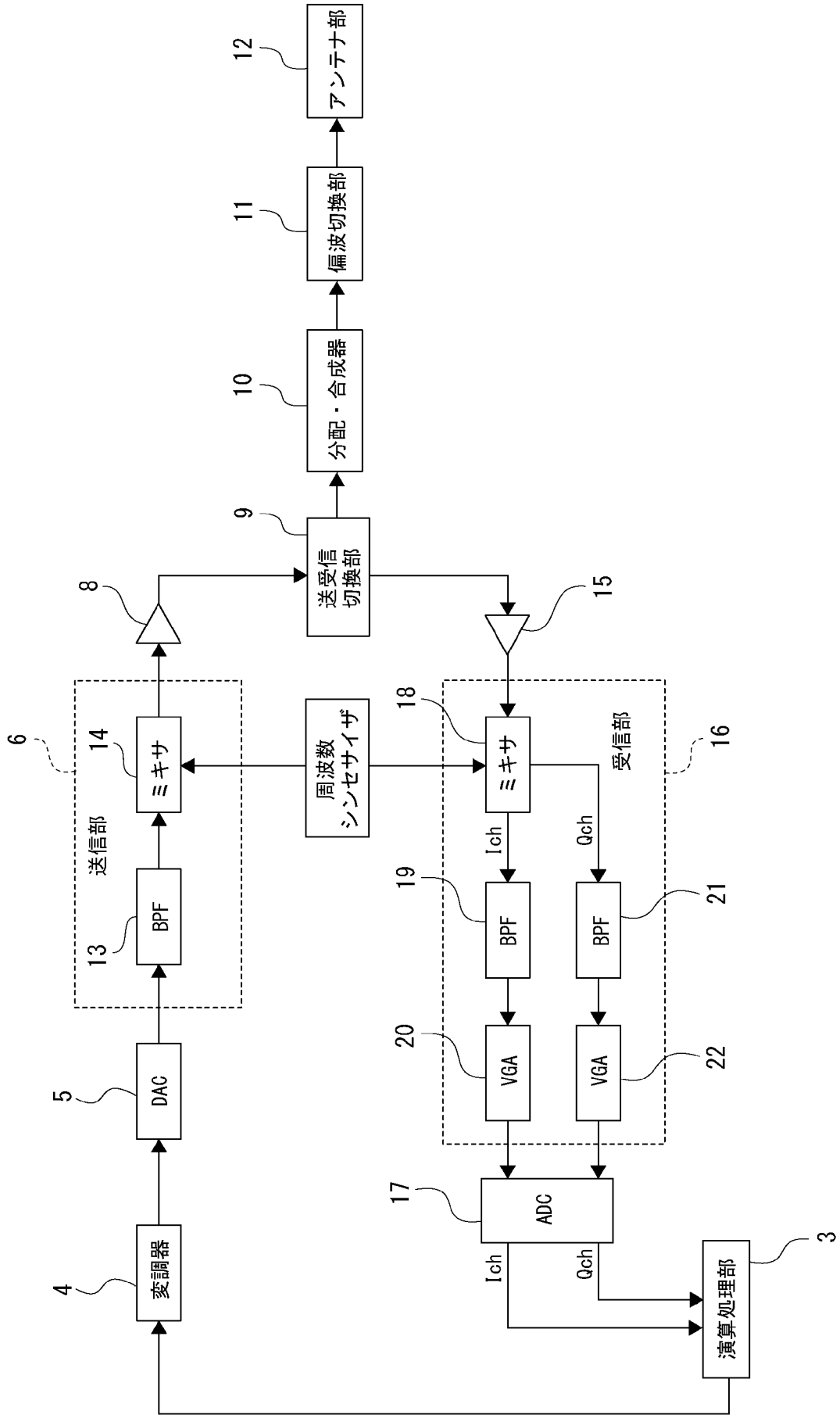
[図1]



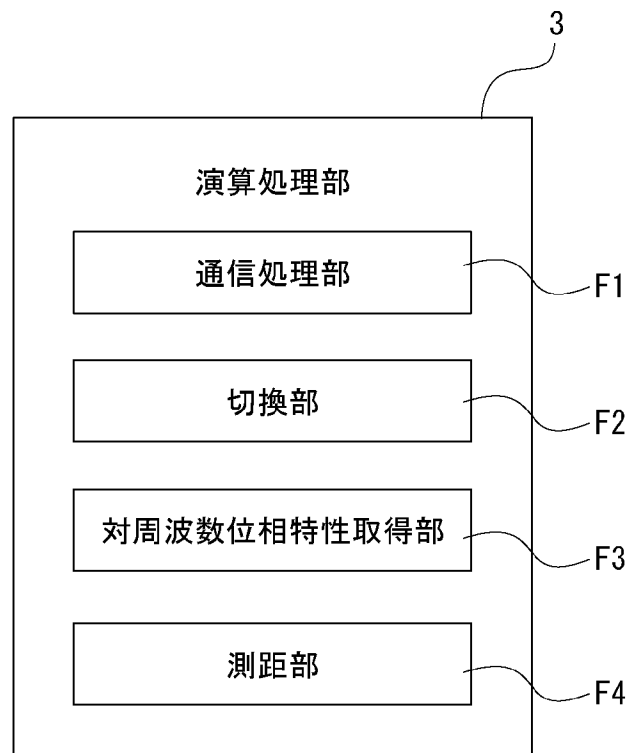
[図2]



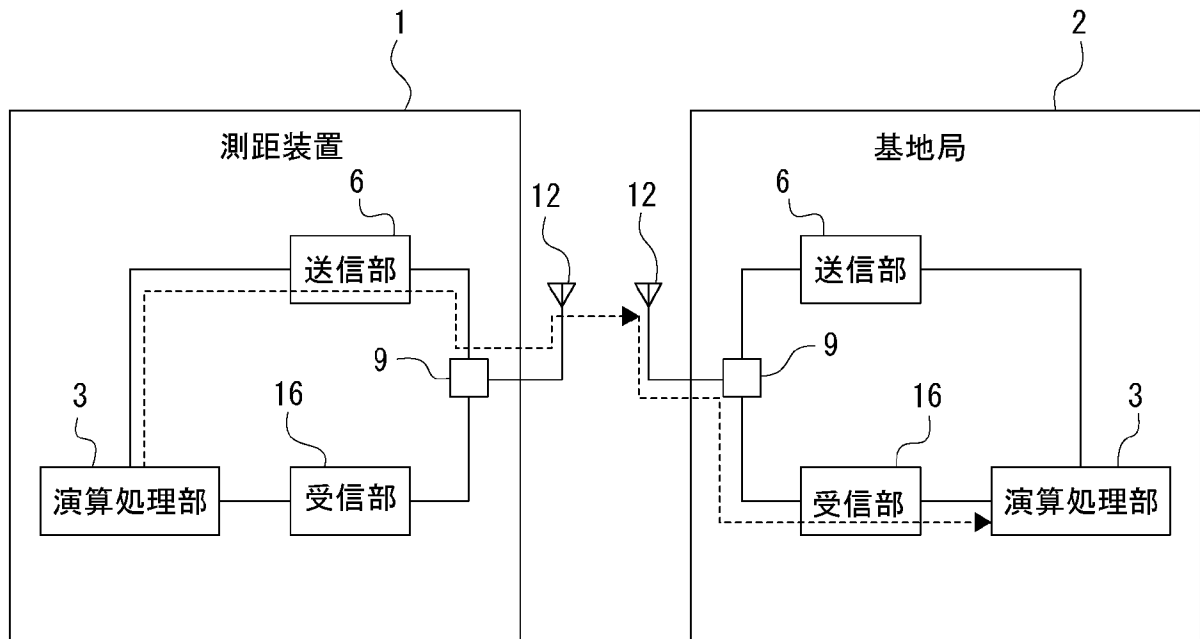
[図3]



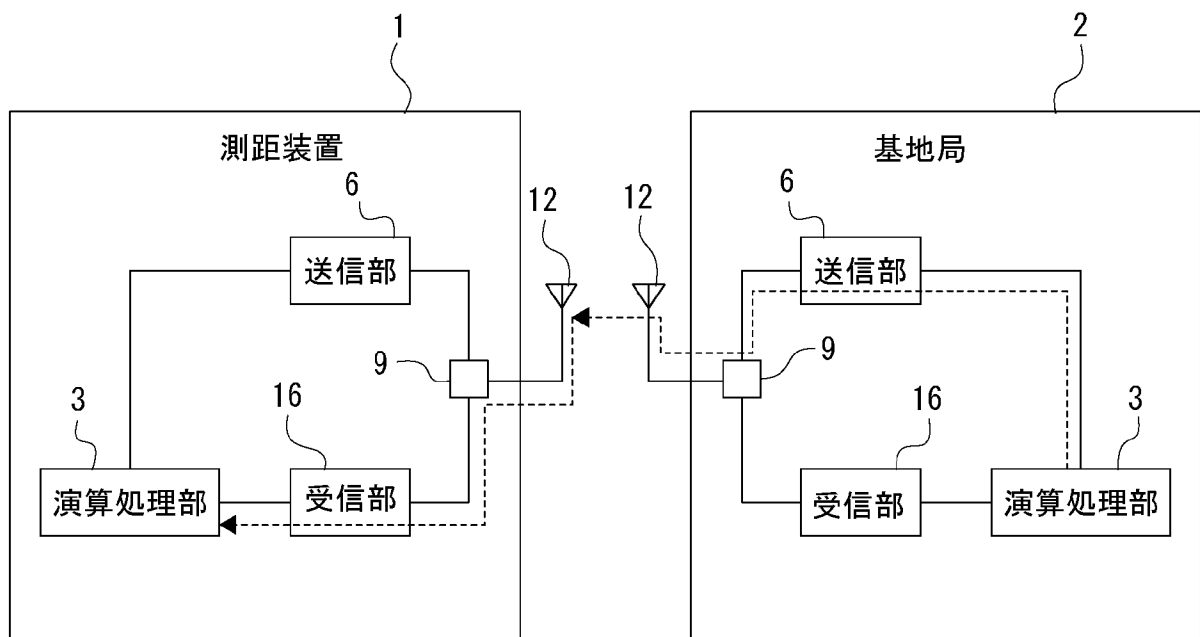
[図4]



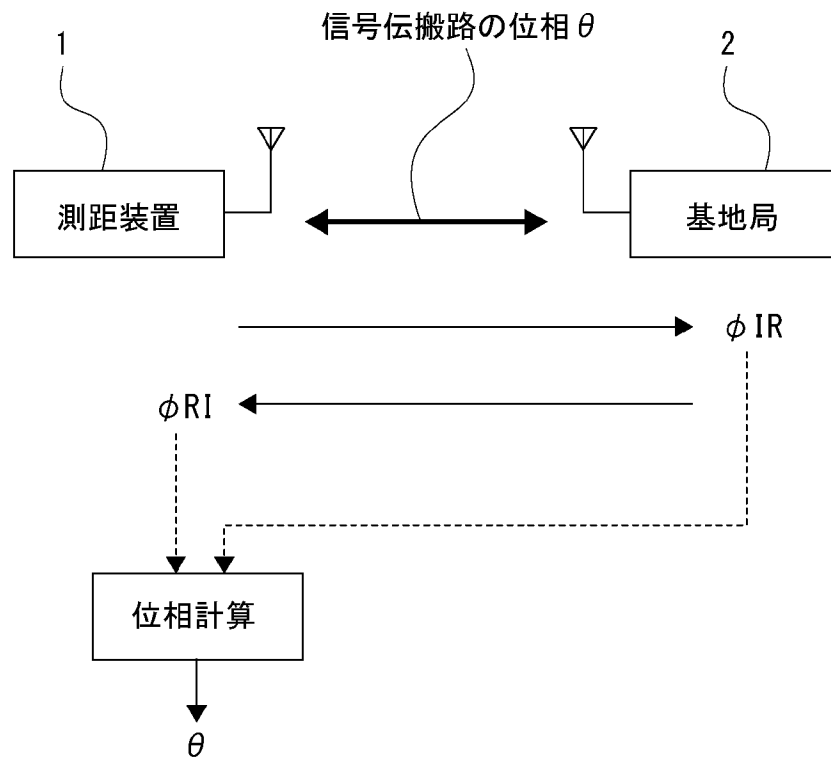
[図5]



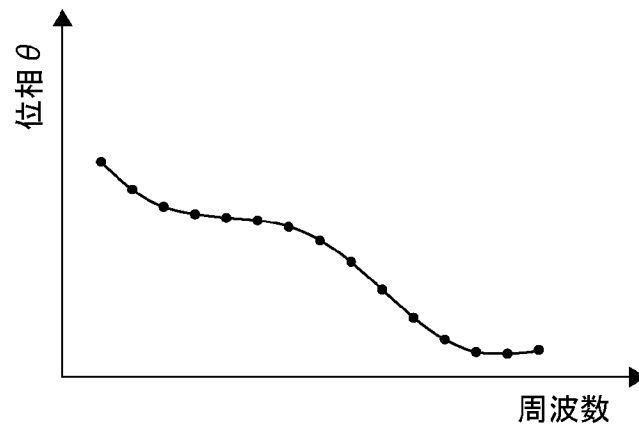
[図6]



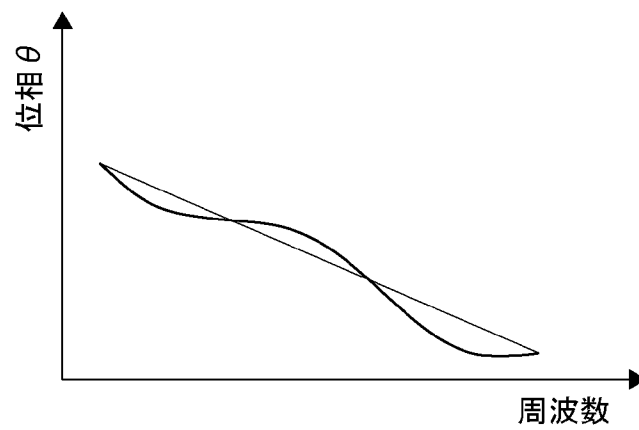
[図7]



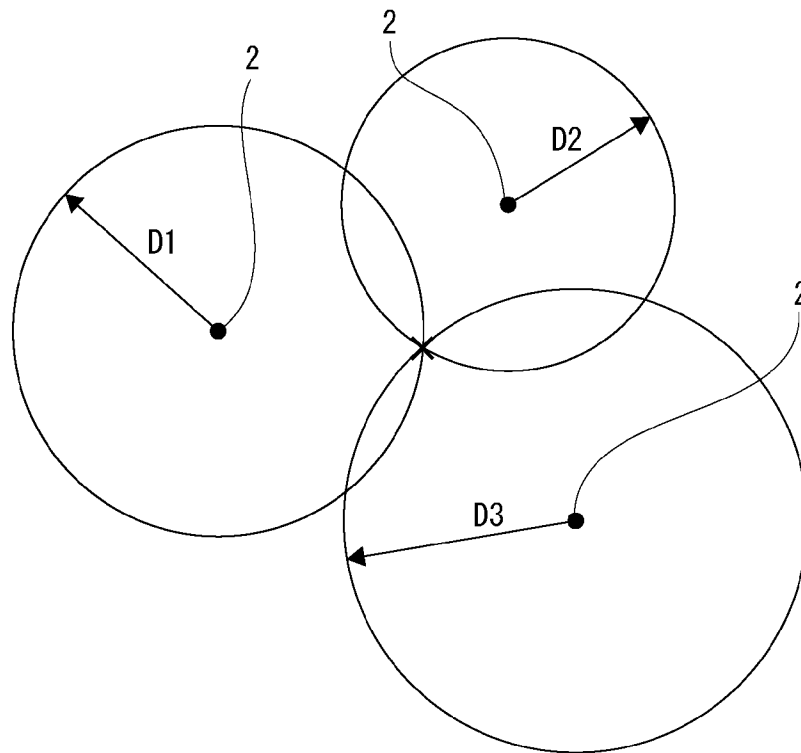
[図8]



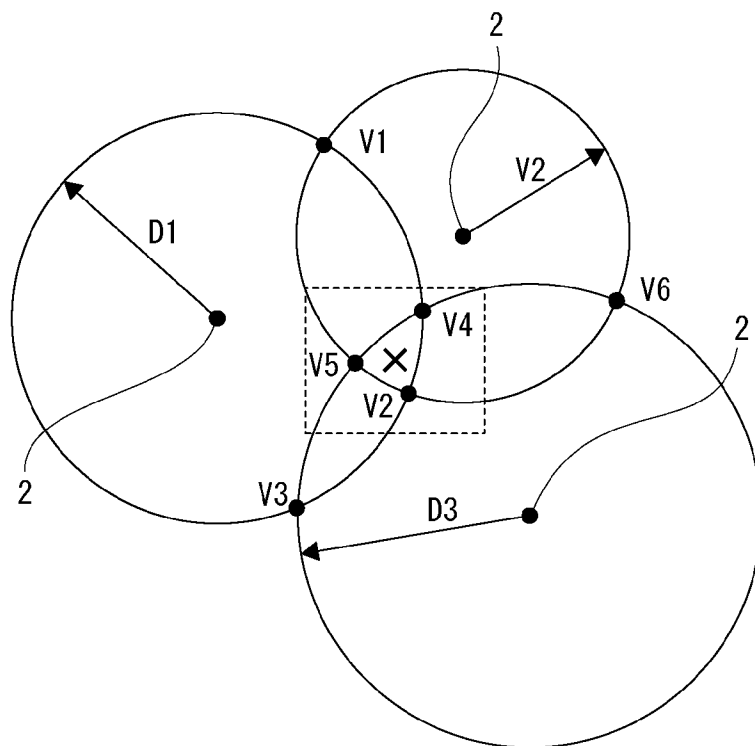
[図9]



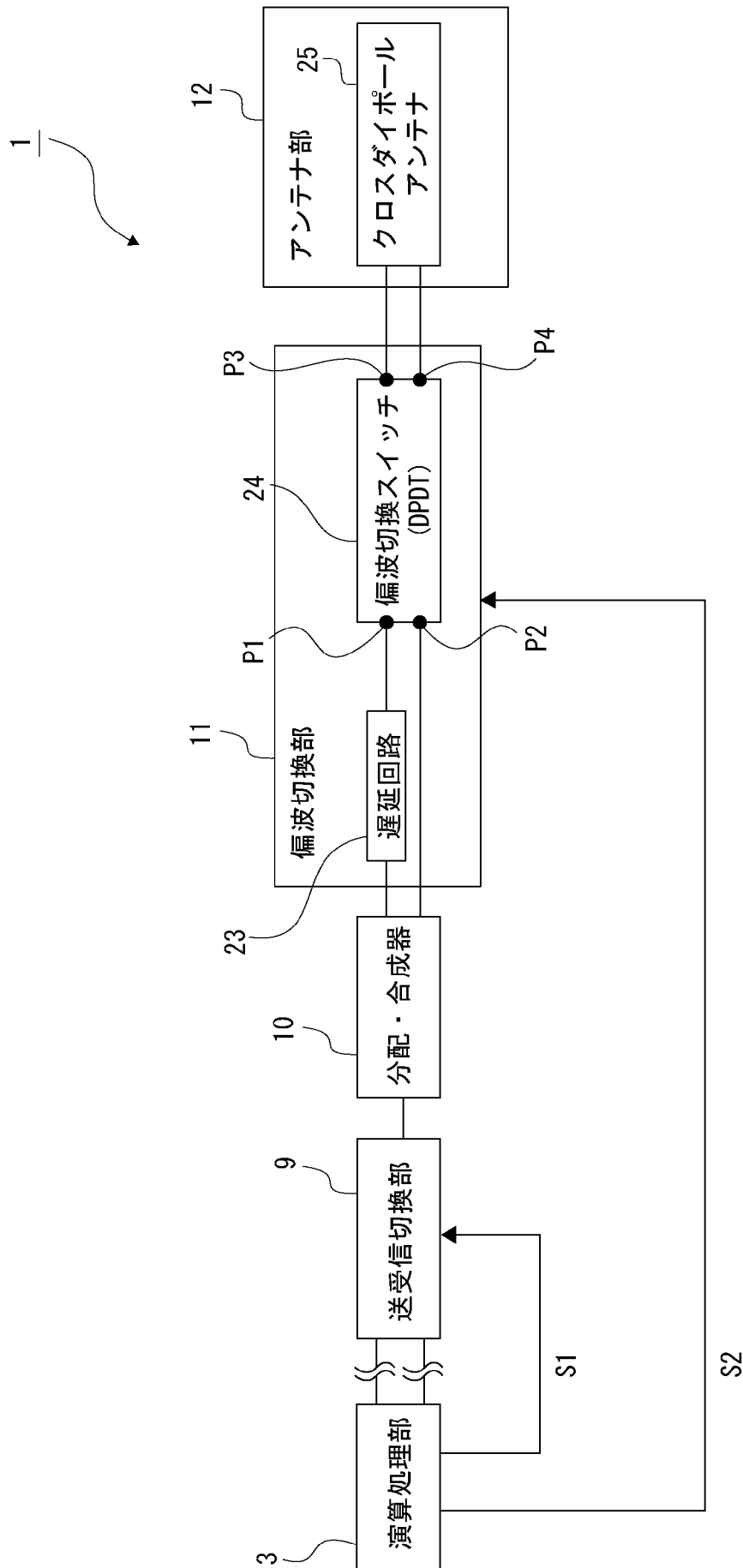
[図10]



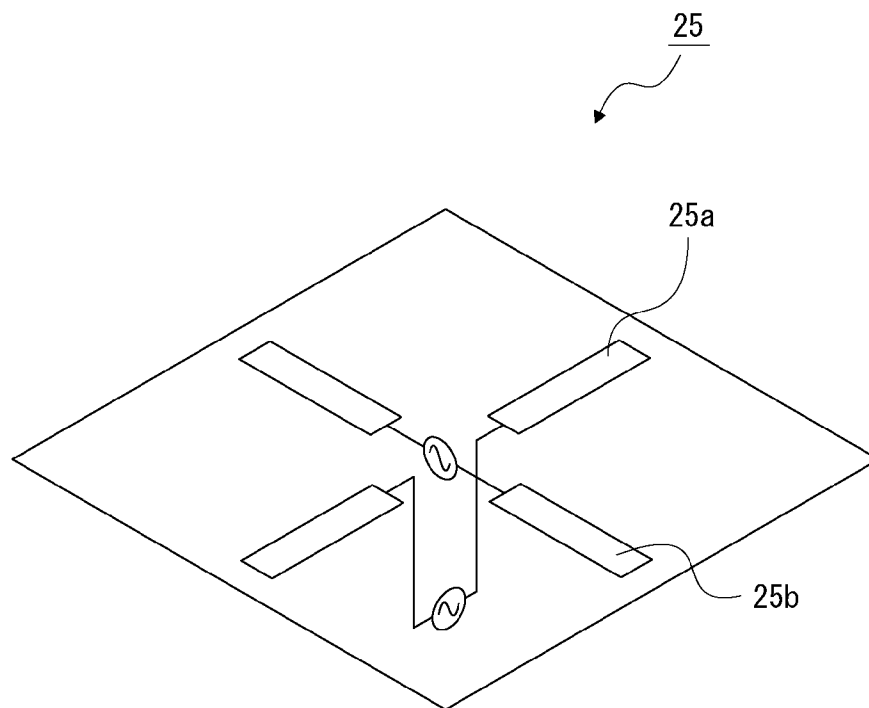
[図11]



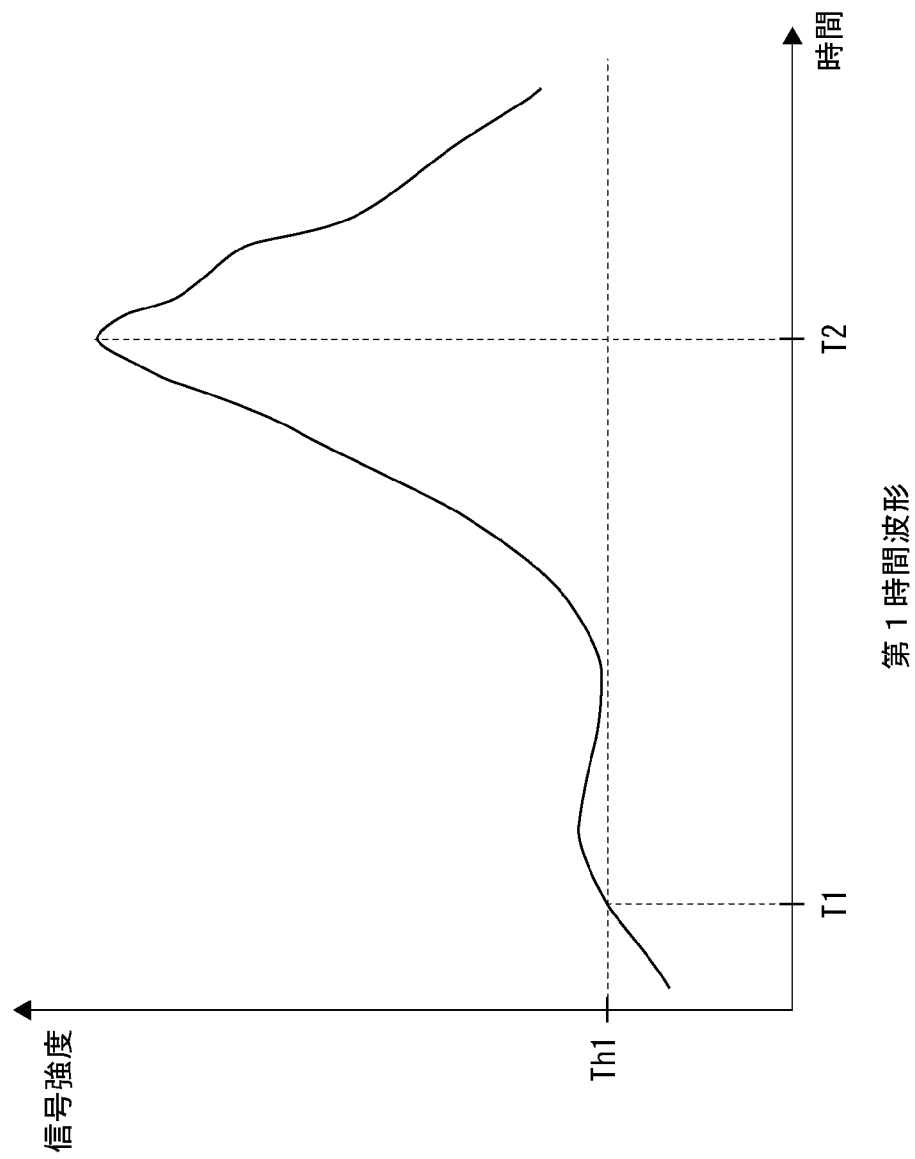
[図12]



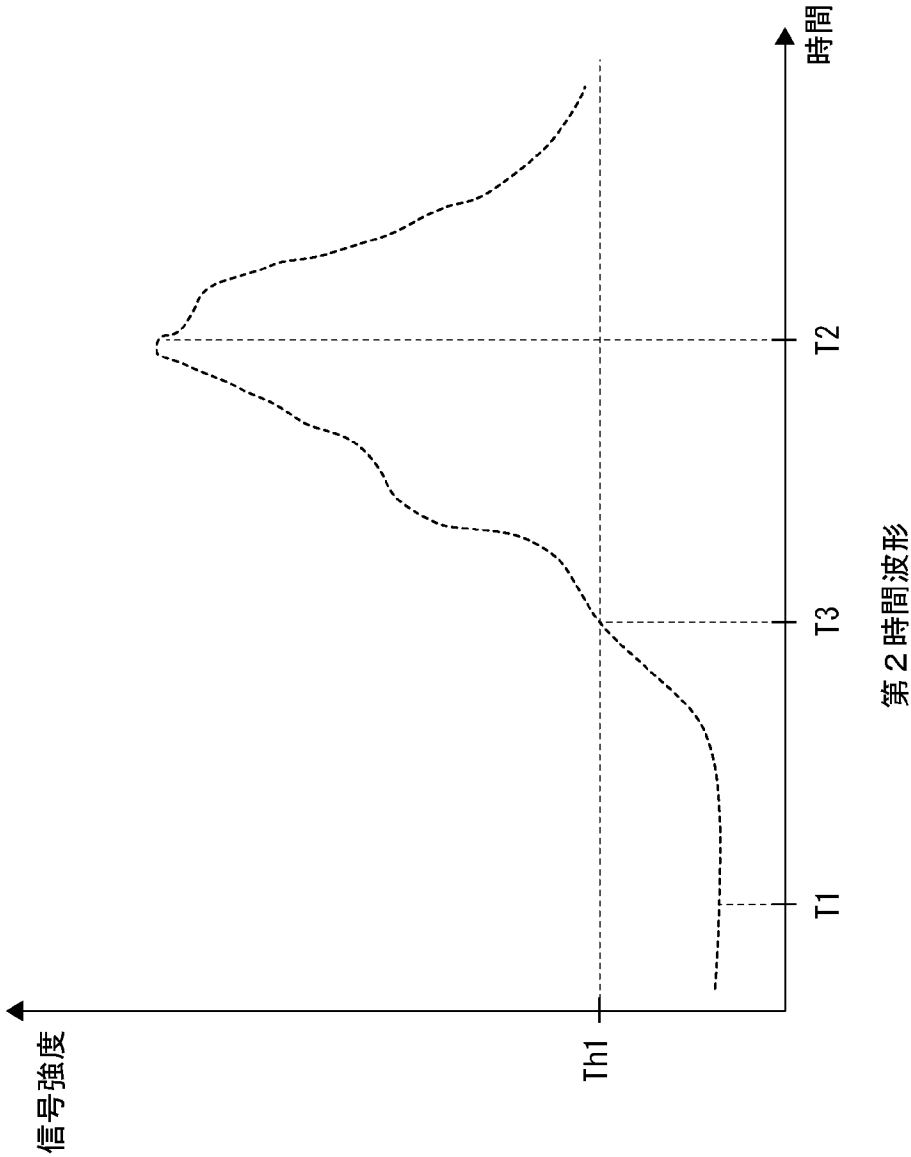
[図13]



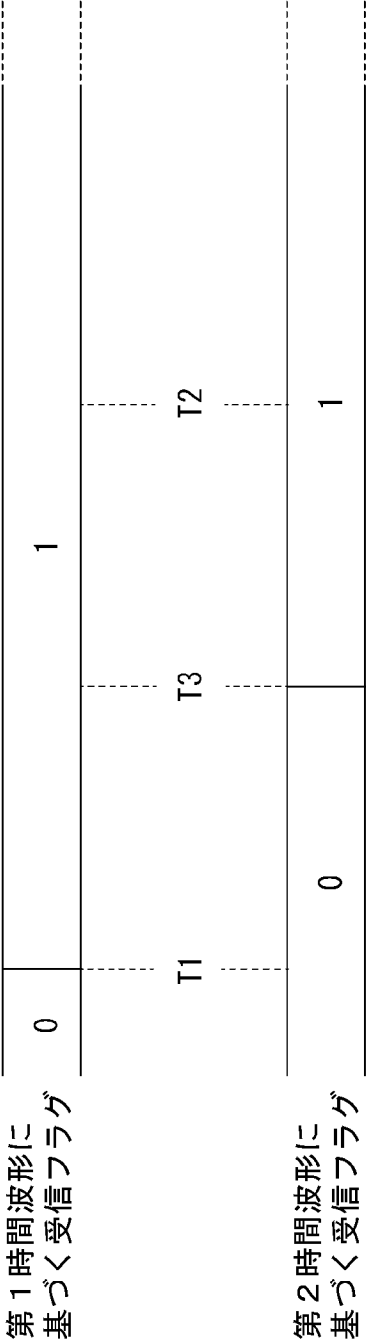
[図14]



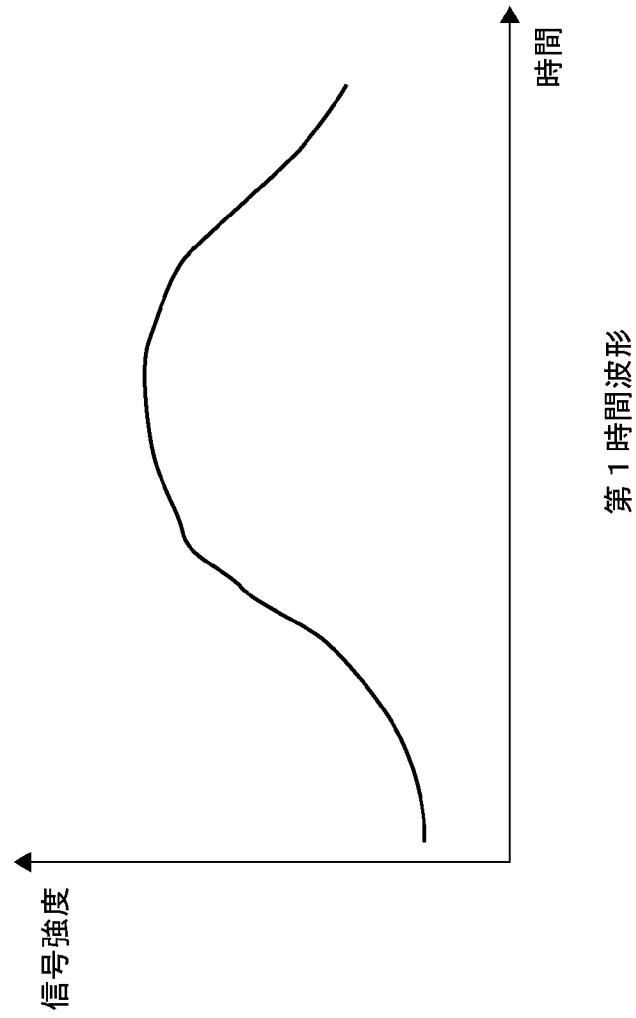
[図15]



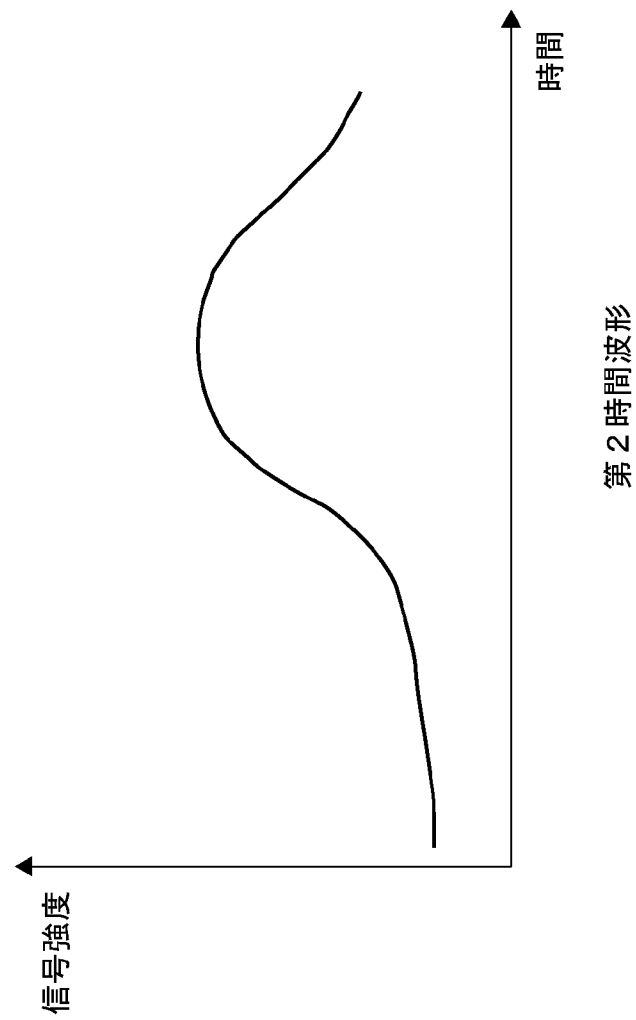
[図16]



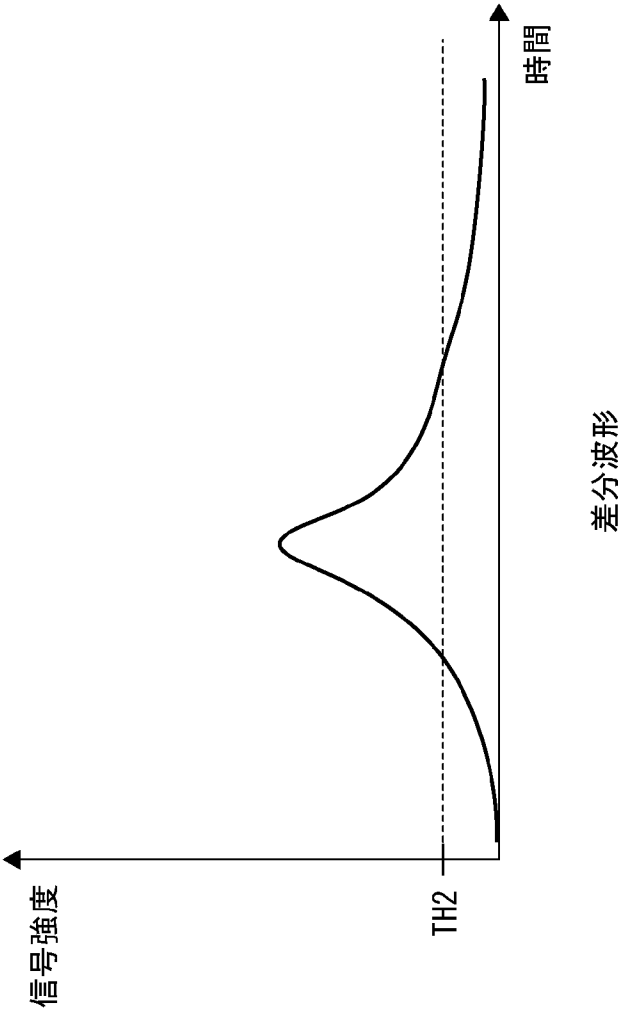
[図17]



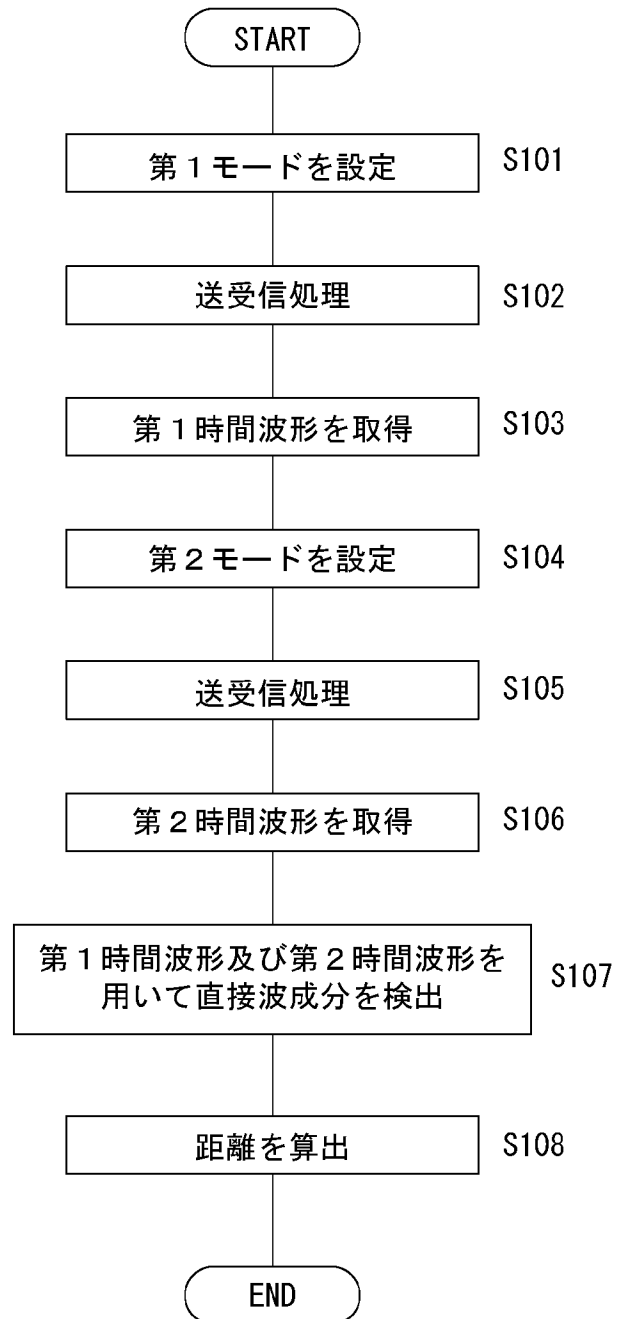
[図18]



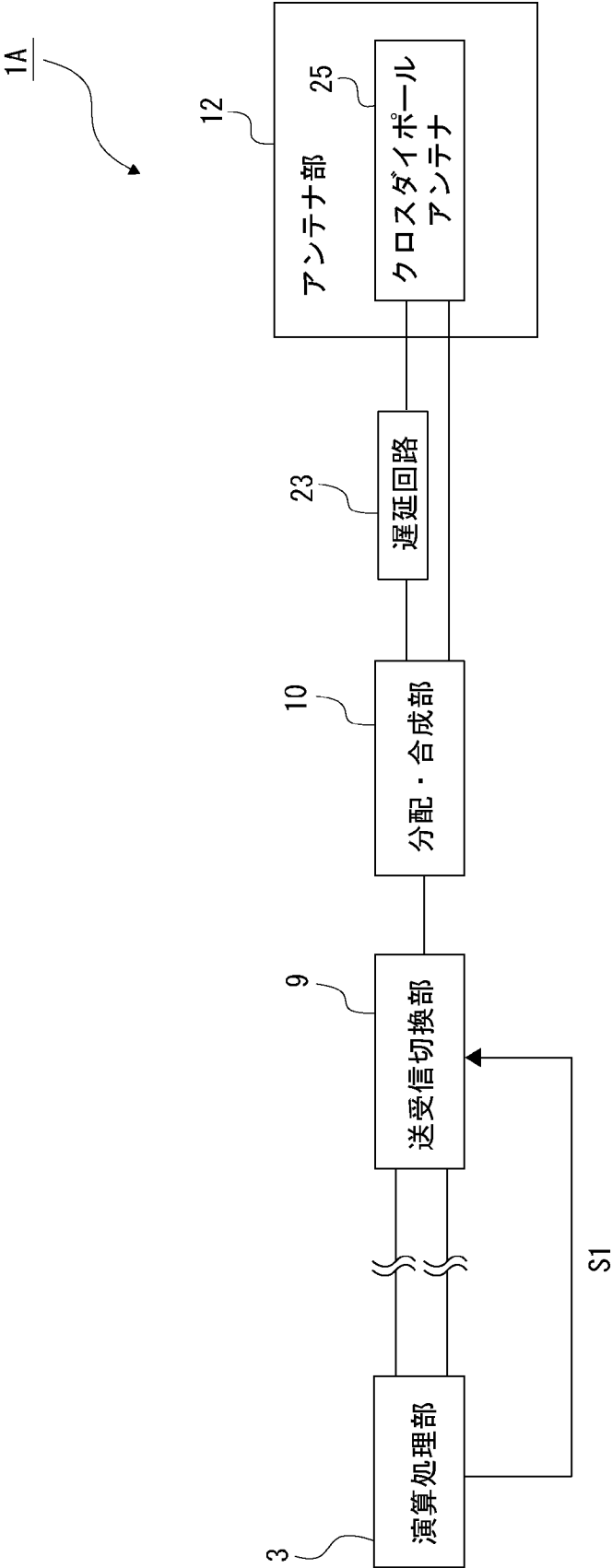
[図19]



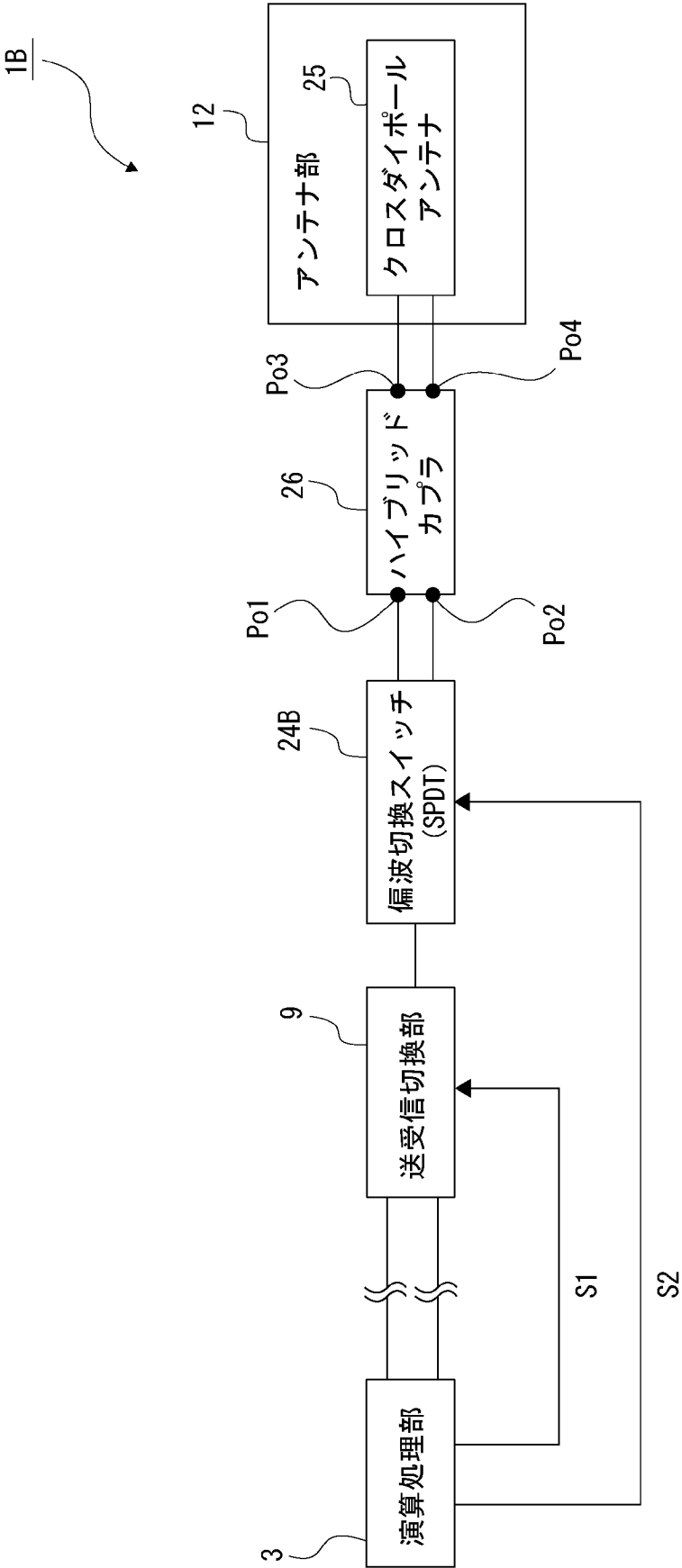
[図20]



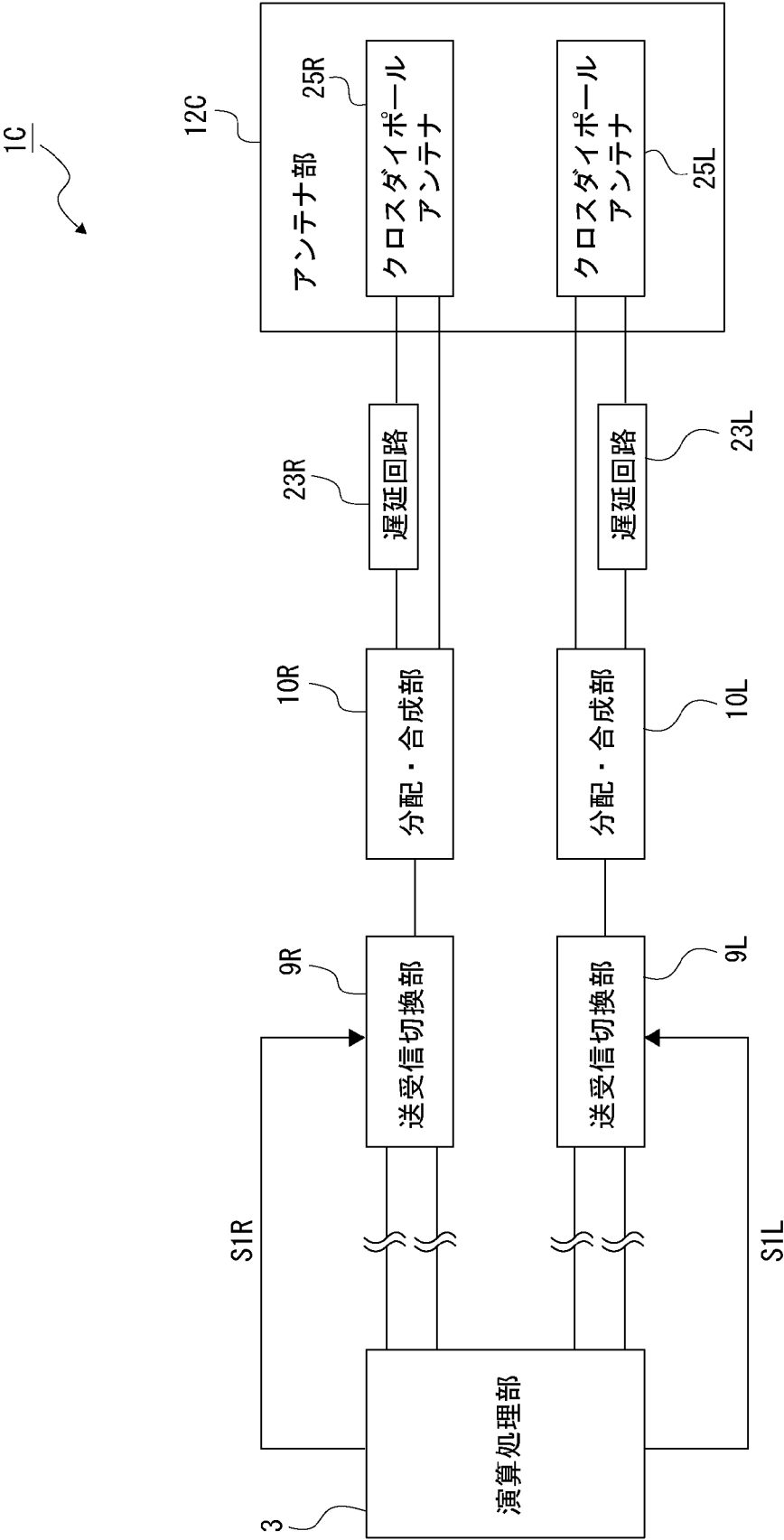
[図21]



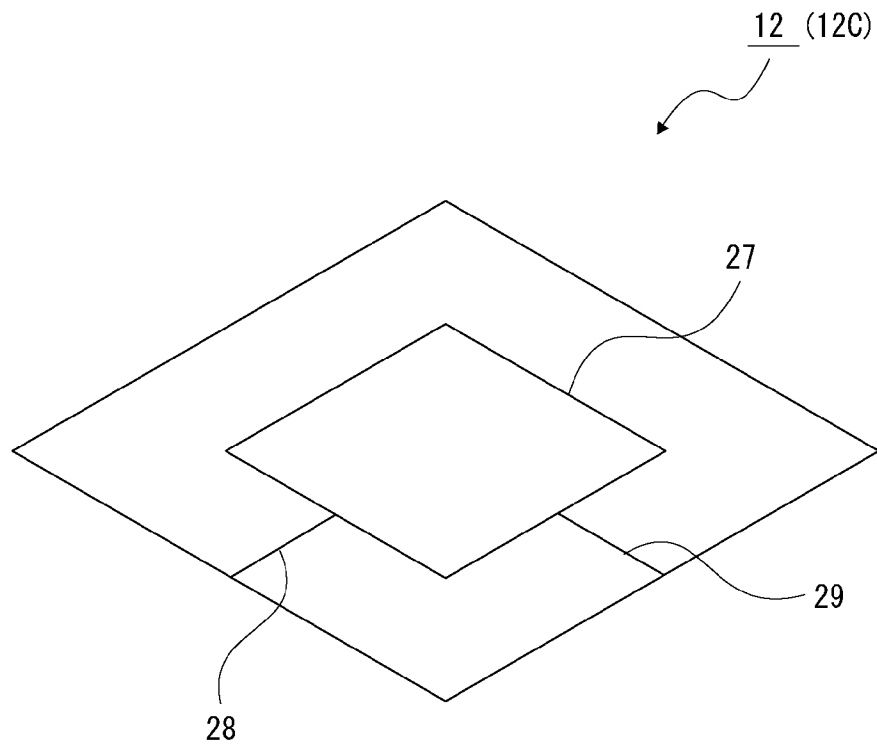
[図22]



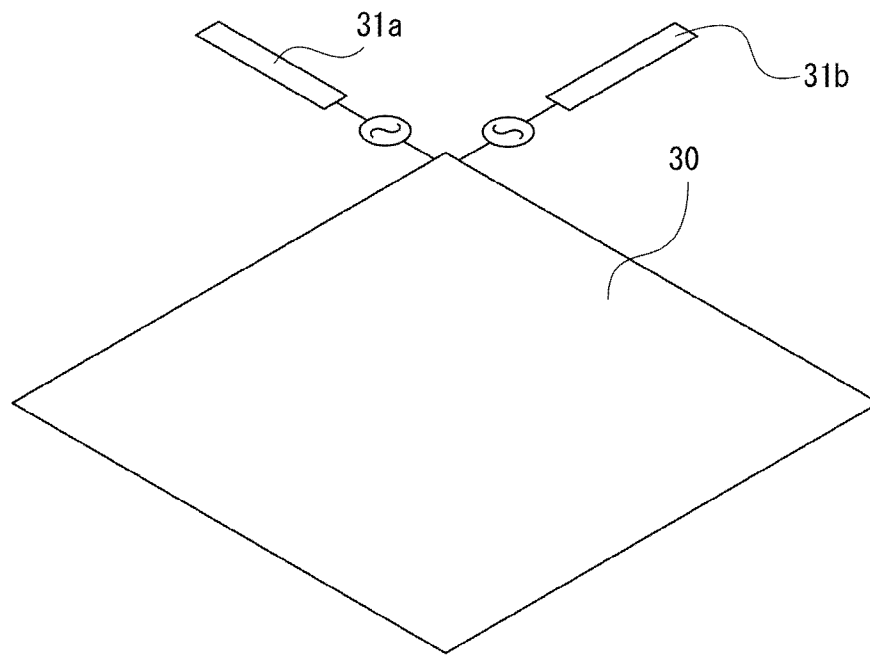
[図23]



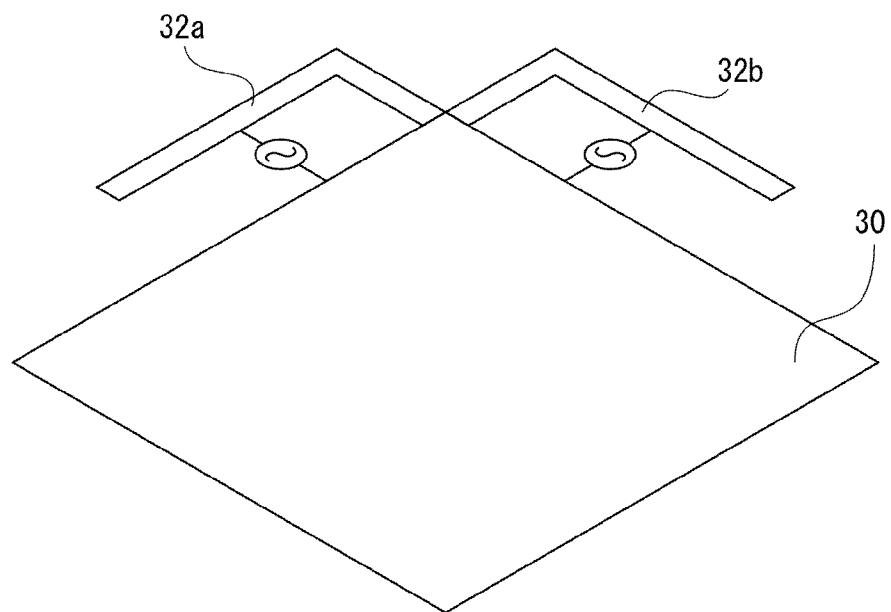
[図24]



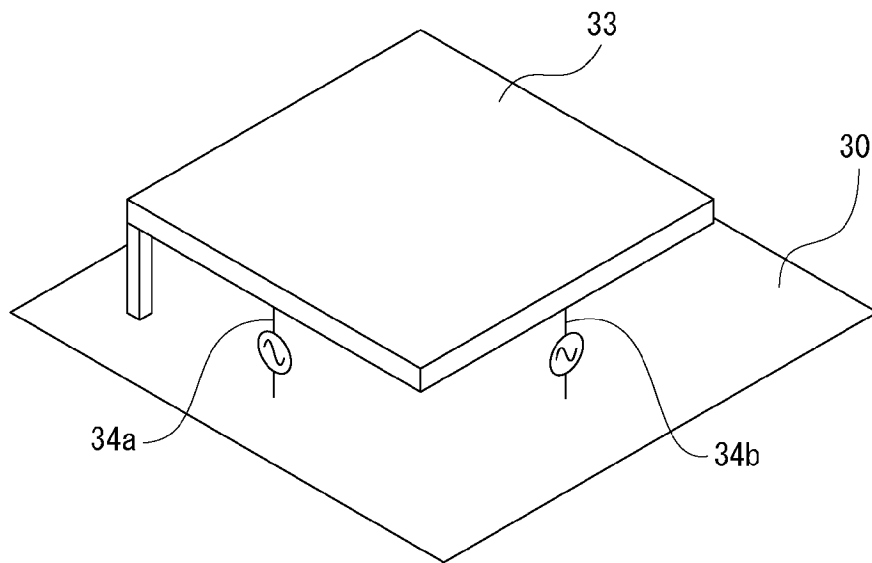
[図25]



[図26]



[図27]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/040263

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G01S 13/84</i> (2006.01)i; <i>G01S 11/02</i> (2010.01)i; <i>H01Q 3/24</i> (2006.01)i; <i>H01Q 9/16</i> (2006.01)i; <i>H01Q 13/08</i> (2006.01)i; <i>H01Q 21/24</i> (2006.01)i; <i>H04B 7/10</i> (2006.01)i FI: G01S13/84; H04B7/10 Z; H01Q21/24; H01Q9/16; H01Q13/08; H01Q3/24; G01S11/02 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) G01S5/00 - G01S5/14; G01S11/02 - G01S11/10; G01S13/74 - G01S13/84; H01Q3/24; H01Q9/16; H01Q13/08; H01Q21/24; H04B7/10 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 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2011-529174 A (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V) 01 December 2011 (2011-12-01) entire text, all drawings</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2021/193386 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP) 30 September 2021 (2021-09-30) entire text, all drawings</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2019-174416 A (TOKAI RIKA CO LTD) 10 October 2019 (2019-10-10) entire text, all drawings</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2010-41566 A (FURUNO ELECTRIC CO LTD) 18 February 2010 (2010-02-18) entire text, all drawings</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 8-321799 A (NIPPONDENSO CO LTD) 03 December 1996 (1996-12-03) entire text, all drawings</td> <td>1-14</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	JP 2011-529174 A (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V) 01 December 2011 (2011-12-01) entire text, all drawings	1-14	A	WO 2021/193386 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP) 30 September 2021 (2021-09-30) entire text, all drawings	1-14	A	JP 2019-174416 A (TOKAI RIKA CO LTD) 10 October 2019 (2019-10-10) entire text, all drawings	1-14	A	JP 2010-41566 A (FURUNO ELECTRIC CO LTD) 18 February 2010 (2010-02-18) entire text, all drawings	1-14	A	JP 8-321799 A (NIPPONDENSO CO LTD) 03 December 1996 (1996-12-03) entire text, all drawings	1-14
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
A	JP 2011-529174 A (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V) 01 December 2011 (2011-12-01) entire text, all drawings	1-14																		
A	WO 2021/193386 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP) 30 September 2021 (2021-09-30) entire text, all drawings	1-14																		
A	JP 2019-174416 A (TOKAI RIKA CO LTD) 10 October 2019 (2019-10-10) entire text, all drawings	1-14																		
A	JP 2010-41566 A (FURUNO ELECTRIC CO LTD) 18 February 2010 (2010-02-18) entire text, all drawings	1-14																		
A	JP 8-321799 A (NIPPONDENSO CO LTD) 03 December 1996 (1996-12-03) entire text, all drawings	1-14																		
☒ 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 05 December 2022		Date of mailing of the international search report 20 December 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/JP2022/040263

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2015/0346332 A1 (ENSCO, INC.) 03 December 2015 (2015-12-03) entire text, all drawings	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/040263

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2011-529174	A	01 December 2011	US 2011/0122024 A1 entire text, all drawings WO 2010/009906 A1 DE 102008035440 A1 CN 102138080 A	
WO	2021/193386	A1	30 September 2021	(Family: none)	
JP	2019-174416	A	10 October 2019	WO 2019/188892 A1 entire text, all drawings DE 112019001642 T5	
JP	2010-41566	A	18 February 2010	(Family: none)	
JP	8-321799	A	03 December 1996	(Family: none)	
US	2015/0346332	A1	03 December 2015	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01S 13/84(2006.01)i; G01S 11/02(2010.01)i; H01Q 3/24(2006.01)i; H01Q 9/16(2006.01)i; H01Q 13/08(2006.01)i; H01Q 21/24(2006.01)i; H04B 7/10(2006.01)i FI: G01S13/84; H04B7/10 Z; H01Q21/24; H01Q9/16; H01Q13/08; H01Q3/24; G01S11/02																							
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）） G01S5/00 - G01S5/14; G01S11/02 - G01S11/10; G01S13/74 - G01S13/84; H01Q3/24; H01Q9/16; H01Q13/08; H01Q21/24; H04B7/10 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table> 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）			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													
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																						
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2011-529174 A（フラウンホーファーゲゼルシャフト ツール フォルデルング デル アンゲヴァンテン フォルシユング エー. ファー.）01.12.2011（2011 - 12 - 01） 全文, 全図</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2021/193386 A1（ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社）30.09.2021 （2021 - 09 - 30） 全文, 全図</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2019-174416 A（株式会社東海理化電機製作所）10.10.2019（2019 - 10 - 10） 全文, 全図</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2010-41566 A（古野電気株式会社）18.02.2010（2010 - 02 - 18） 全文, 全図</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 8-321799 A（日本電装株式会社）03.12.1996（1996 - 12 - 03） 全文, 全図</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2015/0346332 A1（ENSCO, INC.）03.12.2015（2015 - 12 - 03） 全文, 全図</td> <td>1-14</td> </tr> </tbody> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	A	JP 2011-529174 A（フラウンホーファーゲゼルシャフト ツール フォルデルング デル アンゲヴァンテン フォルシユング エー. ファー.）01.12.2011（2011 - 12 - 01） 全文, 全図	1-14	A	WO 2021/193386 A1（ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社）30.09.2021 （2021 - 09 - 30） 全文, 全図	1-14	A	JP 2019-174416 A（株式会社東海理化電機製作所）10.10.2019（2019 - 10 - 10） 全文, 全図	1-14	A	JP 2010-41566 A（古野電気株式会社）18.02.2010（2010 - 02 - 18） 全文, 全図	1-14	A	JP 8-321799 A（日本電装株式会社）03.12.1996（1996 - 12 - 03） 全文, 全図	1-14	A	US 2015/0346332 A1（ENSCO, INC.）03.12.2015（2015 - 12 - 03） 全文, 全図	1-14
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号																					
A	JP 2011-529174 A（フラウンホーファーゲゼルシャフト ツール フォルデルング デル アンゲヴァンテン フォルシユング エー. ファー.）01.12.2011（2011 - 12 - 01） 全文, 全図	1-14																					
A	WO 2021/193386 A1（ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社）30.09.2021 （2021 - 09 - 30） 全文, 全図	1-14																					
A	JP 2019-174416 A（株式会社東海理化電機製作所）10.10.2019（2019 - 10 - 10） 全文, 全図	1-14																					
A	JP 2010-41566 A（古野電気株式会社）18.02.2010（2010 - 02 - 18） 全文, 全図	1-14																					
A	JP 8-321799 A（日本電装株式会社）03.12.1996（1996 - 12 - 03） 全文, 全図	1-14																					
A	US 2015/0346332 A1（ENSCO, INC.）03.12.2015（2015 - 12 - 03） 全文, 全図	1-14																					
☐ 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 05.12.2022		国際調査報告の発送日 20.12.2022																					
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） 藤田 都志行 2M 3014 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/JP2022/040263

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2011-529174	A	01.12.2011	US 2011/0122024 A1 全文, 全図 WO 2010/009906 A1 DE 102008035440 A1 CN 102138080 A	
WO	2021/193386	A1	30.09.2021	(ファミリーなし)	
JP	2019-174416	A	10.10.2019	WO 2019/188892 A1 全文, 全図 DE 112019001642 T5	
JP	2010-41566	A	18.02.2010	(ファミリーなし)	
JP	8-321799	A	03.12.1996	(ファミリーなし)	
US	2015/0346332	A1	03.12.2015	(ファミリーなし)	