

(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10月5日(05.10.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/189807 A1

(51) 国際特許分類:

G01S 15/32 (2006.01) G01S 7/527 (2006.01)

G01S 7/526 (2006.01) G01S 15/50 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/010838

(22) 国際出願日: 2023年3月20日(20.03.2023)

(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 2022-059990 2022年3月31日(31.03.2022) JP

(71) 出願人: 株式会社アイシン (AISIN CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 Aichi (JP).

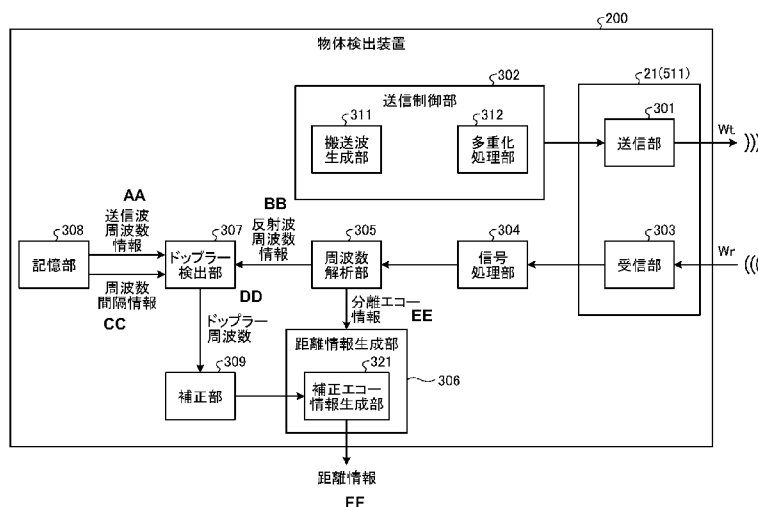
(72) 発明者: 菅江 一平(SUGAE, Ippei); 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 株式会社アイシン内 Aichi (JP). 井奈波 恒(INABA, Hisashi); 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 株式会社アイシン内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: OBJECT DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 物体検出装置



200 Object detection device
301 Transmission unit
302 Transmission control unit
303 Reception unit
304 Signal processor
305 Frequency analysis unit
306 Distance information generation unit
307 Doppler detection unit
308 Storage unit
309 Correction unit
311 Carrier wave generation unit
312 Multiplexing processor
321 Corrected echo information generation unit
AA Transmission wave frequency information
BB Reflected wave frequency information
CC Frequency interval information
DD Doppler frequency
EE Separated echo information
FF Distance information

(57) Abstract: An object detection device (200) according to an embodiment comprises: a transmission unit (301) that transmits a transmission wave obtained by multiplexing a plurality of ultrasound waves of different frequencies; a reception unit (303) that receives a reflected wave generated as a result of the transmission wave being reflected by an object; a frequency analysis unit (305) that generates reflected wave frequency information representing a plurality of frequency components included in the reflected wave and separated echo information indicating a temporal change in an amplitude value for each of the plurality of frequency components included in the reflected wave; a distance information generation unit (306) that generates distance information relating to the distance to the object, on the basis of the separated echo information; a Doppler detection unit (307) that calculates a Doppler frequency on the basis of the reflected wave frequency information, transmission wave frequency information representing a plurality of frequency components included in the transmission wave, and frequency interval information indicating an interval of the plurality of frequency components

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, MU, 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, SC, 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))

included in the transmission wave; and a correction unit (309) that corrects the distance information on the basis of the Doppler frequency.

(57) 要約: 実施形態の物体検出装置 (200) は、周波数が異なる複数の超音波が多重化された送信波を送信する送信部 (301) と、送信波が物体に反射されることにより発生する反射波を受信する受信部 (303) と、反射波に含まれる複数の周波数成分を示す反射波周波数情報と、反射波に含まれる複数の周波数成分のそれぞれについて振幅値の経時変化を示す分離エコー情報とを生成する周波数解析部 (305) と、分離エコー情報に基づいて物体までの距離に関する距離情報を生成する距離情報生成部 (306) と、反射波周波数情報と、送信波に含まれる複数の周波数成分を示す送信波周波数情報と、送信波に含まれる複数の周波数成分の間隔を示す周波数間隔情報とに基づいて、ドップラー周波数を算出するドップラー検出部 (307) と、ドップラー周波数に基づいて距離情報を補正する補正部 (309) と、を備える。

明 細 書

発明の名称：物体検出装置

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、物体検出装置に関する。

背景技術

[0002] 車両等の移動体の走行を支援するシステムにおいて、超音波の送受信により移動体の周辺に存在する障害物を検出する物体検出装置が利用されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2017／141370号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 超音波を利用した物体検出装置においては、障害物の形状や周辺環境の影響により、同一の障害物からの反射波が異なる経路を通して受信部に受信されるマルチパスが発生する場合がある。このようなマルチパスが発生すると、逆位相波による振幅値の低下等の現象により、障害物の検出精度が低下する可能性がある。

[0005] そこで、本発明の実施形態が解決しようとする課題の一つは、マルチパスによる影響を低減し、障害物の検出精度を向上させることが可能な物体検出装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一実施形態としての物体検出装置は、周波数が異なる複数の超音波が多重化された送信波を送信する送信部と、送信波が物体に反射されることにより発生する反射波を受信する受信部と、反射波に含まれる複数の周波数成分を示す反射波周波数情報と、反射波に含まれる複数の周波数成分のそれぞれについて振幅値の経時変化を示す分離エコー情報とを生成する周波数

解析部と、分離エコー情報に基づいて物体までの距離に関する距離情報を生成する距離情報生成部と、反射波周波数情報と、送信波に含まれる複数の周波数成分を示す送信波周波数情報と、送信波に含まれる複数の周波数成分の間隔を示す周波数間隔情報とに基づいて、ドップラー周波数を算出するドップラー検出部と、ドップラー周波数に基づいて距離情報を補正する補正部と、を備える。

[0007] 上記構成によれば、複数の周波数成分を利用して距離情報を生成できると共に、周波数間隔情報を利用して高精度に算出されたドップラー周波数に基づいて距離情報を補正できる。これにより、マルチパスによる影響を低減し、障害物の検出精度を向上させることができる。

[0008] また、ドップラー検出部は、周波数間隔情報に基づいて反射波に含まれる複数の周波数成分の欠損を補間し、補間後の反射波の周波数成分と送信波の周波数成分との差分に基づいてドップラー周波数を算出してもよい。

[0009] これにより、ドップラー周波数を高精度に算出できる。

[0010] また、距離情報生成部は、分離エコー情報から取得される、同一の時間において周波数成分毎に検出された複数の振幅値のうち最も大きい最大振幅値に基づいて距離情報を生成してもよい。

[0011] これにより、複数の周波数成分のうちのいくつかがマルチパスの影響により欠損しても、高精度な距離情報を生成できる。

[0012] また、距離情報生成部は、最大振幅値の経時変化を示す補正エコー情報に基づいて距離情報を生成してもよい。

[0013] 上記のような補正エコー情報を利用することにより、マルチパスによる影響を効果的に低減し、高精度な距離情報を生成できる。

[0014] また、送信波の送信及び反射波の受信は、共通の振動子を利用して行われてもよい。

[0015] これにより、送信波及び受信波の経路が必要最小限となるため、マルチパスが発生する可能性を低減できる。また、振動子を周波数成分毎に個別に備える必要がないため、コストの増加を抑制できる。

図面の簡単な説明

- [0016] [図1]図 1 は、実施形態に係る車両の構成の一例を示す上面図である。
- [図2]図 2 は、実施形態に係る車両制御システムのハードウェア構成の一例を示すブロック図である。
- [図3]図 3 は、実施形態に係る振動子の構成の一例を示す斜視図である。
- [図4]図 4 は、T O F 法による距離の算出方法の一例を示す図である。
- [図5]図 5 は、実施形態に係る物体検出装置の機能構成の一例を示すブロック図である。
- [図6]図 6 は、実施形態に係る分離エコー情報の一例を示す図である。
- [図7]図 7 は、実施形態に係る補正エコー情報の一例を示す図である。
- [図8]図 8 は、実施形態の反射波に対する F F T 解析結果の一例を示す図である。
- [図9]図 9 は、実施形態に係る物体検出装置における処理の一例を示すフローチャートである。
- [図10]図 1 0 は、変形例に係る振動子の構成の一例を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

- [0017] 以下、本開示の実施形態について図面を参照して説明する。以下に記載する実施形態の構成、並びに当該構成によってもたらされる作用及び効果は一例であって、本発明は以下の記載内容に限定されるものではない。
- [0018] 図 1 は、実施形態に係る車両 1 の構成の一例を示す上面図である。車両 1 は、本実施形態の物体検出装置が搭載される移動体の一例である。本実施形態の物体検出装置は、車両 1 から送信波（超音波）を送信し、送信波が物体に反射されることにより生じる反射波を受信することにより取得される T O F (Time Of Flight)、ドップラーシフト等の情報に基づいて、車両 1 の周辺に存在する障害物を検出する装置である。
- [0019] 本実施形態の物体検出装置は、複数の送受信部 2 1 A ~ 2 1 L（以下、複数の送受信部 2 1 A ~ 2 1 L を区別する必要がある場合には送受信部 2 1 と略記する。）を備える。各送受信部 2 1 は、車両 1 の外装としての車体 2 に

設置され、車体 2 の外側へ向けて送信波を送信し、車体 2 の外側に存在する物体からの反射波を受信する。図 1 に示される例では、車体 2 の前端部に 4 つの送受信部 2 1 A ~ 2 1 D が配置され、後端部に 4 つの送受信部 2 1 E ~ 2 1 H が配置され、右側面部に 2 つの送受信部 2 1 I , 2 1 J が配置され、左側面部に 2 つの送受信部 2 1 K , 2 1 L が配置されている。なお、送受信部 2 1 の数及び設置位置は本例に限定されるものではない。

[0020] 図 2 は、実施形態に係る車両制御システム 5 0 のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。車両制御システム 5 0 は、物体検出装置 2 0 0 から出力される情報に基づいて車両 1 を制御するための処理を行う。本実施形態の車両制御システム 5 0 は、E C U 1 0 0 及び物体検出装置 2 0 0 を含む。

[0021] 物体検出装置 2 0 0 は、複数の送受信部 2 1 及び制御部 2 2 0 を含む。各送受信部 2 1 は、圧電素子等を利用して構成される振動子 5 1 1、増幅器等を含み、振動子 5 1 1 の振動により超音波の送受信を実現するものである。具体的には、各送受信部 2 1 は、振動子 5 1 1 の振動に応じて発生する超音波を送信波 W_t として送信し、当該送信波 W_t が障害物 O、路面 R S 等の物体により反射されることにより発生する反射波 W_r によりもたらされる振動子 5 1 1 の振動を検出する。振動子 5 1 1 の振動は、電気信号に変換され、当該電気信号に基づいて送受信部 2 1 から障害物 O までの距離に対応する T O F、障害物 O の相対速度に対応するドップラーシフト情報等を取得できる。

[0022] なお、図 2 においては、送信波 W_t の送信と反射波 W_r の受信との両方が共通の振動子 5 1 1 を利用して行われる構成が例示されているが、送受信部 2 1 の構成はこれに限定されるものではない。例えば、送信波 W_t の送信用の振動子と反射波 W_r の受信用の振動子とが個別に設けられてもよい。

[0023] 制御部 2 2 0 は、入出力装置 2 2 1、記憶装置 2 2 2 及びプロセッサ 2 2 3 を含む。入出力装置 2 2 1 は、制御部 2 2 0 と外部（送受信部 2 1、E C U 1 0 0 等）との間で情報の送受信を可能にするインターフェースデバイス

である。記憶装置 222 は、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory) 等の主記憶装置、HDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive) 等の補助記憶装置を含む。プロセッサ 223 は、制御部 220 の機能を実現するための各種処理を実行する集積回路であり、例えばプログラムに従い動作する CPU (Central Processing Unit)、特定用途向けに設計された ASIC (Application Specific Integrated Circuit) 等を利用して構成され得る。プロセッサ 223 は、記憶装置 222 に記憶されたプログラムを読み出して実行することで各種の演算処理及び制御処理を実行する。

[0024] ECU 100 は、物体検出装置 200 等から取得される各種情報に基づいて、車両 1 を制御するための各種処理を実行するユニットである。ECU 100 は、入出力装置 110、記憶装置 120 及びプロセッサ 130 を有する。入出力装置 110 は、ECU 100 と外部機構（物体検出装置 200、駆動機構、制動機構、操舵機構、変速機構、車内ディスプレイ、スピーカ、各種センサ等）との間で情報の送受信を可能にするインターフェースデバイスである。記憶装置 120 は、ROM、RAM 等の主記憶装置、HDD、SSD 等の補助記憶装置を含む。プロセッサ 130 は、ECU 100 の機能を実現するための各種処理を実行する集積回路であり、例えば CPU、ASIC 等を利用して構成され得る。プロセッサ 130 は、記憶装置 120 に記憶されたプログラムを読み出して各種の演算処理及び制御処理を実行する。

[0025] 図 3 は、実施形態に係る振動子 511 の構成の一例を示す斜視図である。振動子 511 は、上部電極 521、上部配線 522、圧電体 523、下部電極 524 及び下部配線 525 を有する。

[0026] 上部電極 521 は、圧電体 523 の上部側の表面に設けられ、電圧印加用の電極として使用される。上部配線 522 は、上部電極 521 と所定の交流電源とに接続されている。下部電極 524 は、圧電体 523 の下部側の表面に設けられ、グランド電極として使用される。下部配線 525 は、下部電極 524 と所定の接地電極とに接続されている。圧電体 523 は、交流電圧が

印加されると圧電効果により振動し、図中矢印で示す方向に進行する超音波（送信波）を発生させる。

[0027] なお、上記構成は一例であり、振動子 5 1 1 の構成はこれに限定されるものではない。例えば、上部電極 5 2 1 をグランド電極とし、下部電極 5 2 4 を電圧印加用の電極としてもよい。

[0028] 図 4 は、T O F 法による距離の算出方法の一例を示す図である。図 4 には、送受信部 2 1 0 が送受信する超音波の振幅値（信号強度）の経時変化を示す包絡線 L 1 1 が例示されている。図 4 に示すグラフにおいて、横軸は時間（T O F）に対応し、縦軸は送受信部 2 1 0 により送受信される超音波の振幅値（振動子 5 1 1 の振動の大きさ）に対応する。

[0029] 包絡線 L 1 1 は、振動子 5 1 1 の振動の大きさを示す振幅値の経時変化を示している。図 4 に例示される包絡線 L 1 1 から、振動子 5 1 1 がタイミング t_0 から時間 T_a だけ駆動されて振動することで、タイミング t_1 で送信波の送信が完了し、その後タイミング t_2 に至るまでの時間 T_b の間、慣性による振動子 5 1 1 の振動が減衰しながら継続する、ということが読み取れる。従って、図 4 に示すグラフにおいて、時間 T_b は、いわゆる残響時間に対応している。

[0030] 包絡線 L 1 1 は、送信波の送信が開始したタイミング t_0 から時間 T_p だけ経過したタイミング t_4 で、振動子 5 1 1 の振動の大きさが検出閾値 I_{th} 以上となるピークを迎える。この検出閾値 I_{th} は、振動子 5 1 1 の振動が障害物 O（他車両、構造物、歩行者等）からの反射波の受信によってもたらされたものか、障害物 O 以外の物体（例えば路面 R S 等）からの反射波の受信によってもたらされたものかを識別するために設定される値である。なお、ここでは検出閾値 I_{th} が一定値として示されているが、検出閾値 I_{th} は、状況に応じて変化する変動値であってもよい。検出閾値 I_{th} 以上のピークを有する振動は、障害物 O からの反射波の受信によってもたらされたものとみなすことができる。

[0031] 本例の包絡線 L 1 1 では、タイミング t_4 以降で振動子 5 1 1 の振動が減

衰していることが示されている。従って、タイミング t_4 は、障害物 O からの反射波の受信が完了したタイミング、換言すればタイミング t_1 で最後に送信された送信波が反射波として戻ってくるタイミングに対応する。

[0032] また、包絡線 L_{11} において、タイミング t_4 におけるピークの開始点としてのタイミング t_3 は、障害物 O からの反射波の受信が開始したタイミング、換言すればタイミング t_0 で最初に送信された送信波が反射波として戻ってくるタイミングに対応する。従って、タイミング t_3 とタイミング t_4 との間の時間 ΔT は、送信波の送信時間としての時間 T_a と等しくなる。

[0033] 以上のことから、TOFを利用して超音波の送受信元から障害物 O までの距離を求めるためには、送信波が送信され始めたタイミング t_0 と反射波が受信され始めたタイミング t_3 との間の時間 T_f を求めることが必要となる。この時間 T_f は、タイミング t_0 と反射波の強度が検出閾値 I_{th} を超えてピークを迎えるタイミング t_4 との差分としての時間 T_p から、送信波の送信時間としての時間 T_a に等しい時間 ΔT を差し引くことで求めることができる。

[0034] 送信波が送信され始めたタイミング t_0 は、物体検出装置 200 が動作を開始したタイミングとして容易に特定することができ、送信波の送信時間としての時間 T_a は、設定等によって予め定められている。従って、反射波の強度が検出閾値 I_{th} 以上となるピークを迎えるタイミング t_4 を特定することにより、送受信元から障害物 O までの距離を求めることができる。

[0035] 図5は、実施形態に係る物体検出装置 200 の機能構成の一例を示すブロック図である。本実施形態の物体検出装置 200 は、送信部 301 、送信制御部 302 、受信部 303 、信号処理部 304 、周波数解析部 305 、距離情報生成部 306 、ドップラー検出部 307 、記憶部 308 及び補正部 309 を有する。これらの機能的構成要素 $301 \sim 309$ は、例えば、図2に示されるようなハードウェア構成要素と、プログラム、ファームウェア等のソフトウェア構成要素との協働により実現され得る。また、これらの機能的構成要素 $301 \sim 309$ のうちの少なくとも一部が専用のハードウェア（回路

等)により実現されてもよい。

[0036] 送信部301は、周波数が異なる複数の超音波が多重化された送信波 W_t を送信する。すなわち、送信波 W_t は、複数の周波数成分を含む超音波である。送信波 W_t は、例えば、20kHz以上の周波数域において互いに周波数が異なる正弦波が多重化された超音波等であり得る。送信部301は、上述した振動子511等を利用して構成される。

[0037] 送信制御部302は、上記のような複数の周波数成分を含む送信波 W_t を送信部301に送信させるための処理を行う。本実施形態の送信制御部302は、搬送波生成部311及び多重化処理部312を有する。

[0038] 搬送波生成部311は、送信波 W_t の元となる複数の搬送波を生成する。搬送波生成部311は、例えば、周波数が異なる複数の正弦波を生成する。多重化処理部312は、周波数が異なる複数の搬送波（正弦波）を多重化させた音声信号を生成する。多重化の方法は特に限定されるべきものではないが、例えば、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)、FDM (Frequency Division Multiplexing) 等の方法が利用され得る。送信部301は、このように生成された音声信号に応じて複数の周波数成分を含む送信波 W_t を出力する。

[0039] 受信部303は、送信波 W_t が物体に反射されることにより発生する反射波 W_r を受信する。反射波 W_r は、送信波 W_t と同様に、複数の周波数成分を含む超音波となる。受信部303は、振動子511、AD変換回路等を利用して構成され、受信した反射波 W_r の音声信号を生成する。

[0040] 本実施形態の送信部301及び受信部303は、共通の振動子511を利用して構成される。すなわち、各送受信部21（送受信部21A～21Lのそれぞれ）における送信波 W_t の送信及び反射波 W_r の受信は、共通の振動子511を利用して行われる。これにより、送信波 W_t 及び反射波 W_r の経路が必要最小限となるため、複数の振動子を利用する場合に比べ、マルチパスが発生する可能性を低減できる。また、振動子を周波数成分毎に個別に備える必要がないため、コストの増加を抑制できる。

- [0041] 信号処理部304は、反射波 W_r の音声信号に対して所定の信号処理を施す。信号処理には、ノイズ除去を目的とするフィルタ処理、送信波 W_t と反射波 W_r との類似度を判定する相関処理等が含まれ得る。
- [0042] 周波数解析部305は、信号処理後の反射波 W_r の音声信号に対して周波数解析処理を行い、反射波 W_r に含まれる複数の周波数成分を示す反射波周波数情報を生成する。また、周波数解析部305は、反射波 W_r に含まれる複数の周波数成分のそれぞれについて振幅値の経時変化を示す分離エコー情報を生成する。周波数解析処理は、例えば、FFT (Fast Fourier Transform) 等であり得る。
- [0043] 図6は、実施形態に係る分離エコー情報411の一例を示す図である。図6において、送信波 W_t の音声信号401、反射波 W_r の音声信号402及び分離エコー情報411が例示されている。
- [0044] ここでは、送信波 W_t に4種類の周波数成分A～Dが含まれ、反射波 W_r に4種類の周波数成分A'～D'が含まれている場合を例示する。すなわち、送受信部21又は障害物Oの移動により、送信波 W_t と反射波 W_r との間にドップラーシフトが生じている場合が想定されている。送信波 W_t に含まれる周波数成分（例えばA）と、これに対応する反射波 W_r に含まれる周波数成分（例えばA'）との周波数差（例えばA'－A）をドップラー周波数と称する。本実施形態の反射波周波数情報は、ドップラーシフト後の周波数成分A'～D'を示す情報となる。
- [0045] 分離エコー情報411は、反射波 W_r の音声信号402に対するFFT解析の結果に基づいて生成される。分離エコー情報411のグラフにおいて、横軸は送信波 W_t が送信されてからの経過時間に対応し、縦軸は反射波 W_r の振幅値に対応している。分離エコー情報411は、反射波 W_r に含まれる4種類の周波数成分A'～D'のそれぞれについて振幅値の経時変化を示している。
- [0046] 分離エコー情報411をみると、各周波数成分の振幅値にばらつきがあることがわかる。このような振幅値のばらつきは、反射波 W_r のマルチパスの

影響（例えば、逆位相波による振幅の打ち消し合い等）によるものと考えられる。本実施形態の物体検出装置 200 は、このようなマルチパスの影響を低減するための手段を備えている。

[0047] 図 5 に戻り、距離情報生成部 306 は、分離エコー情報 411 に基づいて、基準位置（例えば送受信部 21 の設置位置等）から物体（障害物 O）までの距離に関する距離情報を生成する。距離情報は、例えば、ECU 100（図 2 参照）等に出力され、車両 1 の自動運転制御、危険回避制御等利用される。

[0048] 本実施形態の距離情報生成部 306 は、補正エコー情報生成部 321 を有する。補正エコー情報生成部 321 は、分離エコー情報 411 から取得される、同一の時間において周波数成分毎に検出される複数の振幅値のうち最も大きい最大振幅値に基づいて補正エコー情報を生成する。補正エコー情報は、例えば、最大振幅値の経時変化を示す情報等であり得る。

[0049] 図 7 は、実施形態に係る補正エコー情報 421 の一例を示す図である。補正エコー情報 421 は、分離エコー情報 411 から取得される複数の最大振幅値（図 7 中、ドットの位置に対応する振幅値）の経時変化を示す最大値線 L1 を生成することにより生成される。例えば、タイミング t_1 に対応する最大振幅値は A' （実線）の振幅値となり、タイミング t_2 に対応する最大振幅値は C' （一点鎖線）の振幅値となる。このような最大振幅値を所定の時間間隔毎に複数取得することにより、最大値線 L1 を生成できる。

[0050] 図 7 に示される補正エコー情報 421 において、最大値線 L1 と、単一の周波数成分の振幅値の経時変化を示す参照線 L_{ref} （本例では周波数成分 B に対応する線）との比較がなされている。参照線 L_{ref} に示されるように、単一の周波数成分では、マルチパスの影響により振幅値が大きく落ち込む時間帯が出現するが、最大値線 L1 ではこのような時間帯が存在しない。このような最大値線 L1 を利用して、例えば図 4 に示されるような方法により障害物 O に対応する TOF（検出閾値 I_{th} を超えるピークに対応する TOF）を算出することにより、障害物 O までの距離を高精度に算出できる。

[0051] 図5に戻り、ドップラー検出部307は、反射波周波数情報、送信波周波数情報及び周波数間隔情報308に基づいて、ドップラー周波数を算出する。反射波周波数情報は、上述したように、反射波 W_r に含まれる複数の周波数成分 $A' \sim D'$ を示す情報である。送信波周波数情報は、送信波 W_t に含まれる複数の周波数成分 $A \sim D$ を示す情報である。周波数間隔情報は、送信波 W_t に含まれる複数の周波数成分 $A \sim D$ の間隔（隣接する2つの周波数成分の周波数差）を示す情報である。当該間隔は、複数の周波数成分 $A \sim D$ の全間隔において一定であってもよいし、異なってもよい。送信波周波数情報及び周波数間隔情報は、予め記憶部308に記憶されていてもよいし、送信制御部302から取得されてもよい。ドップラー検出部307は、例えば、周波数間隔情報に基づいて、反射波 W_r に含まれる複数の周波数成分 $A' \sim D'$ の欠損を補間し、補間後の周波数成分 $A' \sim D'$ と送信波 W_t の周波数成分 $A \sim D$ との差分に基づいてドップラー周波数を算出する。

[0052] 補正部309は、ドップラー検出部307により検出されたドップラー周波数に基づいて、距離情報生成部306により生成された距離情報を補正する。

[0053] ここで、ドップラー周波数を算出する際には、反射波 W_r の周波数成分を正確に検出する必要があるが、上述したようにマルチパスの影響による振幅値の落ち込み（図7における参照線 L_{ref} 参照）等が生じると、反射波 W_r の周波数成分を正確に検出できない場合がある。そこで、本実施形態のドップラー検出部307は、周波数間隔情報を利用して、マルチパス等の影響により欠損した周波数成分を補間し、補間後の周波数成分を利用してドップラー周波数を算出する。

[0054] 図8は、実施形態の反射波 W_r に対するFFT解析結果の一例を示す図である。図8に示されるグラフは、反射波 W_r に対するFFT解析における1つの時間窓に対応する解析結果の一例である。ここでは、反射波 W_r に含まれる4種類の周波数成分 $A' \sim D'$ についてそれぞれピーク $P_a \sim P_d$ が検出された場合が例示されている。 Δf は、送信波 W_t に含まれる複数の周波

数成分 A～D の間隔（周波数差）を示している。当該間隔 Δf は、反射波 W_r の複数の周波数成分 $A' \sim D'$ の間隔についても同様に適用可能な値である。

[0055] 図 8 において、周波数成分 B' のピーク P_b が本来のピーク $P_{b'}$ より大きく落ち込んだ状態が例示されている。このような現象は、上述したようにマルチパスの影響により生じ得るものである。このような現象が生じると、ピーク P_b の振幅値が閾値より小さくなり、周波数成分 B' が検出されない可能性が高くなる。

[0056] そこで、本実施形態のドップラー検出部 307 は、間隔 Δf を利用して欠損した周波数成分 B' を補完する。例えば、検出された他のピーク P_a , P_c , P_d の周波数成分 A' , C' , D' を基準として間隔 Δf を加算又は減算することにより、欠損した周波数成分 B' を補間できる。そして、このように補間された反射波 W_r の周波数成分と送信波 W_t の周波数成分との差分を求めることにより、ドップラー周波数を高精度に算出できる。

[0057] なお、例えば、周波数成分 A' が本来のピーク P_a より落ち込む場合も考えられる。その際は、自車両の車速からドップラーシフトの量が予測できるため、検出された他のピーク P_b , P_c , P_d の周波数成分 B' , C' , D' を基準として間隔 Δf を加算又は減算することにより、欠損したピーク P_a の周波数成分 A' を補間できる。周波数成分 A' については、ドップラーシフトの量が予測された A' の値と周波数成分 B' からの間隔 Δf の値とを比較して、整合性の判断をすることでドップラー周波数を高精度に算出することが可能である。

[0058] 図 9 は、実施形態に係る物体検出装置 200 における処理の一例を示すフローチャートである。物体検出処理の実行が開始されると、送信部 301 は送信波 W_t を送信し（S101）、受信部 303 は反射波 W_r を受信する（S102）。このとき、送信波 W_t の送信及び反射波 W_r の受信は、共通の振動子 511（1つの送受信部 21）で行われることが好ましい。

[0059] 信号処理部 304 は反射波 W_r の音声信号 402 に対してフィルタ処理を

実行する（S103）。周波数解析部305はフィルタ処理後の反射波 W_r に対して周波数解析処理を実行し、反射波 W_r に含まれる周波数成分毎に振幅値の経時変化を示す分離エコー情報411を生成する（S104）。距離情報生成部306（補正エコー情報生成部321）は分離エコー情報411に基づいて最大振幅値の経時変化を示す補正エコー情報421を生成する（S105）。そして、距離情報生成部306は補正エコー情報421に基づいて障害物Oまでの距離に関する距離情報を生成する（S106）。

[0060] ドップラー検出部307は反射波周波数情報、送信波周波数情報及び周波数間隔情報に基づいてドップラー周波数を算出する（S107）。このとき、ドップラー検出部307は、例えば、反射波 W_r に含まれる複数の周波数成分のうちマルチパス等の影響により欠損した周波数成分を周波数間隔情報（間隔 Δf ）により補間し、補間後の反射波 W_r の周波数成分と送信波 W_t の周波数成分との差分に基づいてドップラー周波数を算出する。そして、補正部309はドップラー周波数に基づいて周波数距離情報を補正する（S108）。

[0061] 以上のように、本実施形態によれば、送信波に含まれる複数の周波数成分の間隔を示す周波数間隔情報を利用して、ドップラー周波数を高精度に算出でき、高精度な距離情報を生成できる。これにより、マルチパス等による影響を低減し、障害物の検出精度を向上させることができる。

[0062] （変形例）

図10は、変形例に係る振動子551の構成の一例を示す斜視図である。本変形例の振動子551は、9枚（3×3枚）の上部電極521a～521i、9本の上部配線522a～522i、圧電体523、下部電極524及び下部配線525を有する。9枚の上部電極521a～521iは、圧電体6の上部側の表面の異なる領域に設けられ、互いに電氣的に絶縁されている。9本の上部配線522a～522iは、それぞれ上部電極521a～521iに接続されている。

[0063] 上記のような構成により、9枚の上部電極521a～521iに対してそ

れぞれ異なる電圧を印加することにより、各上部電極 5 2 1 a ~ 5 2 1 i からそれぞれ異なる周波数の超音波を出力できる。すなわち、上記のような構成の振動子 5 5 1 によれば、各上部電極 5 2 1 a ~ 5 2 1 i に対してそれぞれ単一の周波数の音声信号を入力することにより、上述したような複数の周波数成分を含む送信波 W_t を生成できる。これにより、複数の周波数を多重化した多重化信号を生成する機構を省略できる。

[0064] 上述した実施形態における各種機能を実現するための処理をコンピュータ（例えばプロセッサ 2 2 3 等）に実行させるプログラムは、インストール可能な形式又は実行可能な形式のファイルで C D（Compact Disc）- R O M、フレキシブルディスク（F D）、C D - R（Recordable）、D V D（Digital Versatile Disk）等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録して提供することが可能なものである。また、当該プログラムは、インターネット等のネットワーク経由で提供又は配布されてもよい。

[0065] 以上、本開示の実施形態について説明したが、上述した実施形態及びその変形例はあくまで例であって、発明の範囲を限定することは意図していない。上述した新規な実施形態及び変形例は、様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、及び変更を行うことができる。上述した実施形態及び変形例は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

符号の説明

[0066] 1…車両、2…車体、2 1, 2 1 A ~ 2 1 L…送受信部、5 0…車両制御システム、1 0 0…E C U、1 1 0…入出力装置、1 2 0…記憶装置、1 3 0…プロセッサ、2 0 0…物体検出装置、2 2 0…制御部、2 2 1…入出力装置、2 2 2…記憶装置、2 2 3…プロセッサ、3 0 1…送信部、3 0 2…送信制御部、3 0 3…受信部、3 0 4…信号処理部、3 0 5…周波数解析部、3 0 6…距離情報生成部、3 1 1…搬送波生成部、3 1 2…多重化処理部、3 2 1…補正エコー情報生成部、4 1 1…分離エコー情報、4 2 1…補正

エコー情報、5 1 1, 5 5 1…振動子、5 2 1, 5 2 1 a～5 2 1 i…上部電極、5 2 2, 5 2 2 a～5 2 2 i…上部配線、5 2 3…圧電体、5 2 4…下部電極、5 2 5…下部配線、L 1…最大値線、O…障害物、R S…路面、W t…送信波、W r…反射波、 Δf …間隔

請求の範囲

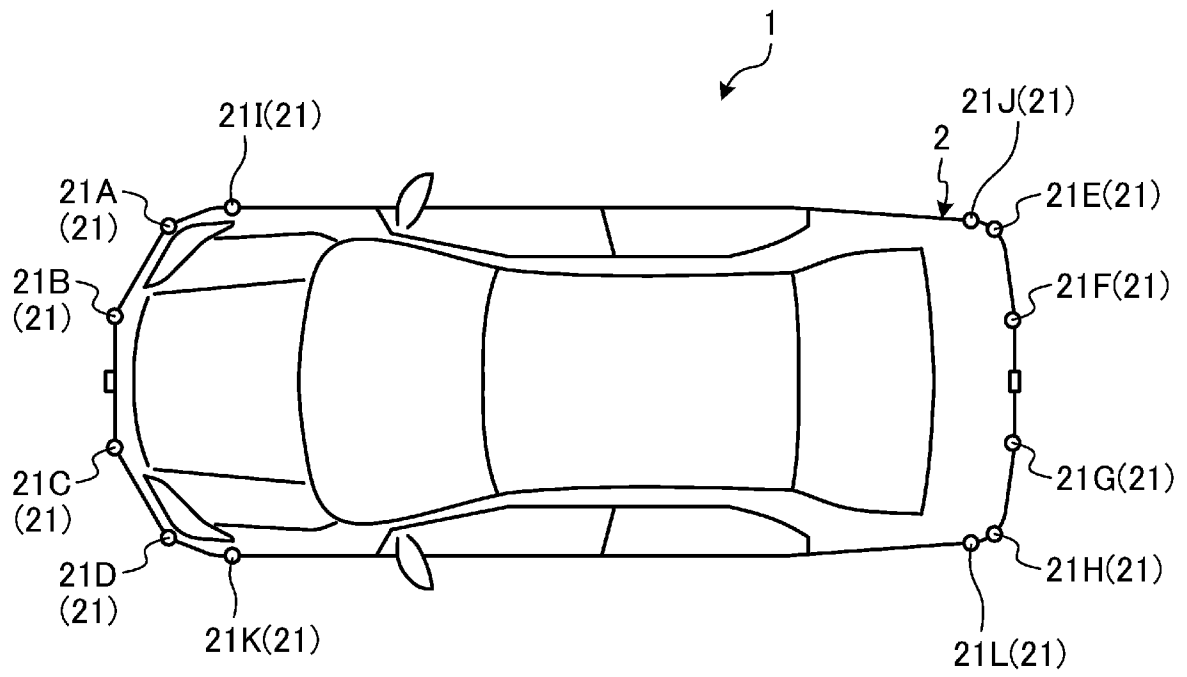
- [請求項1] 周波数が異なる複数の超音波が多重化された送信波を送信する送信部と、
- 前記送信波が物体に反射されることにより発生する反射波を受信する受信部と、
- 前記反射波に含まれる複数の周波数成分を示す反射波周波数情報と、前記反射波に含まれる複数の周波数成分のそれぞれについて振幅値の経時変化を示す分離エコー情報とを生成する周波数解析部と、
- 前記分離エコー情報に基づいて前記物体までの距離に関する距離情報を生成する距離情報生成部と、
- 前記反射波周波数情報と、前記送信波に含まれる複数の周波数成分を示す送信波周波数情報と、前記送信波に含まれる複数の周波数成分の間隔を示す周波数間隔情報とに基づいて、ドップラー周波数を算出するドップラー検出部と、
- 前記ドップラー周波数に基づいて前記距離情報を補正する補正部と、
- を備える物体検出装置。
- [請求項2] 前記ドップラー検出部は、前記周波数間隔情報に基づいて前記反射波に含まれる複数の周波数成分の欠損を補間し、補間後の前記反射波の周波数成分と前記送信波の周波数成分との差分に基づいて前記ドップラー周波数を算出する、
- 請求項1に記載の物体検出装置。
- [請求項3] 前記距離情報生成部は、前記分離エコー情報から取得される、同一の時間において周波数成分毎に検出された複数の振幅値のうち最も大きい最大振幅値に基づいて前記距離情報を生成する、
- 請求項1に記載の物体検出装置。
- [請求項4] 前記距離情報生成部は、前記最大振幅値の経時変化を示す補正エコー情報に基づいて前記距離情報を生成する、

請求項 3 に記載の物体検出装置。

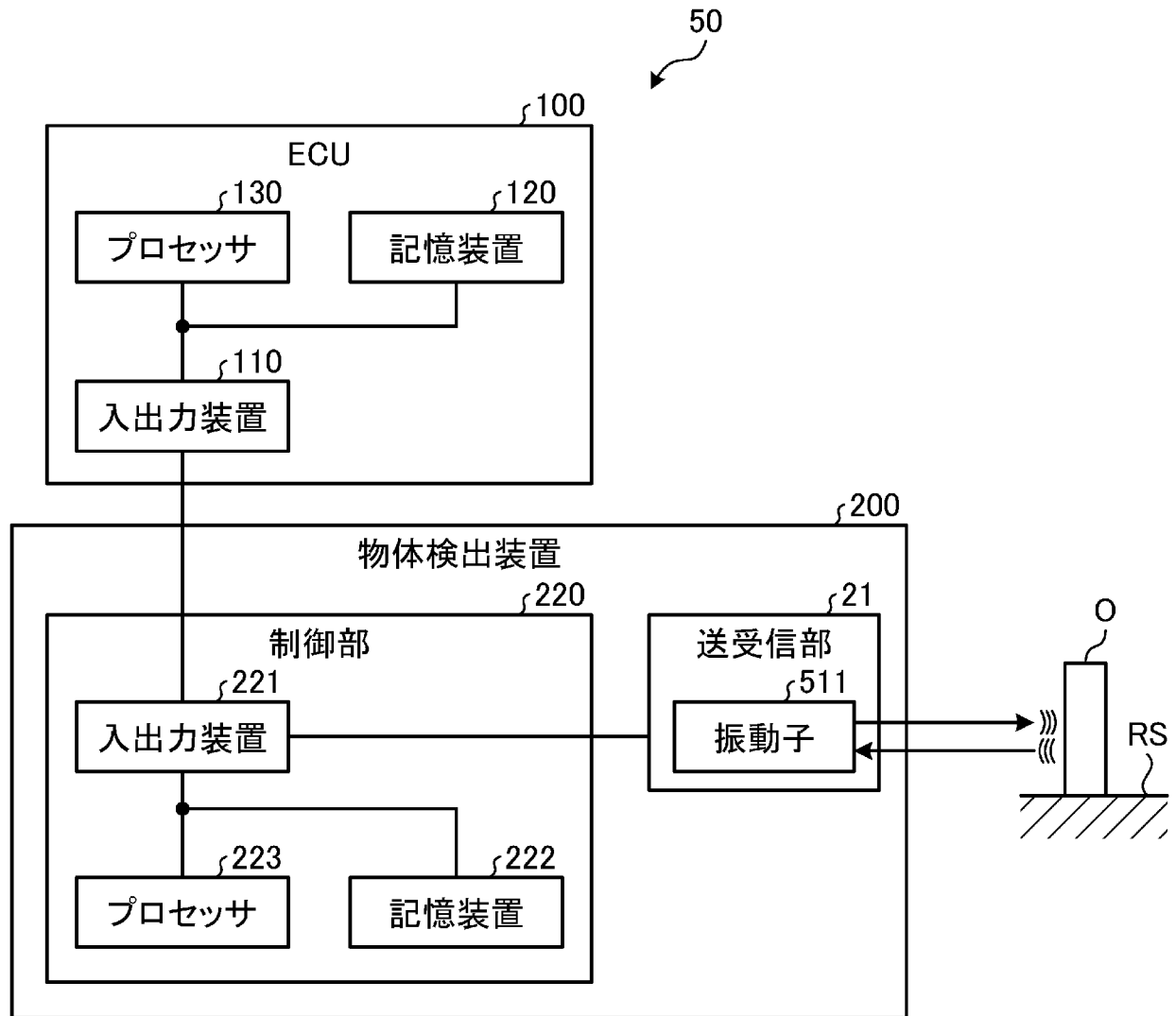
[請求項5] 前記送信波の送信及び前記反射波の受信は、共通の振動子を利用し
て行われる、

請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の物体検出装置。

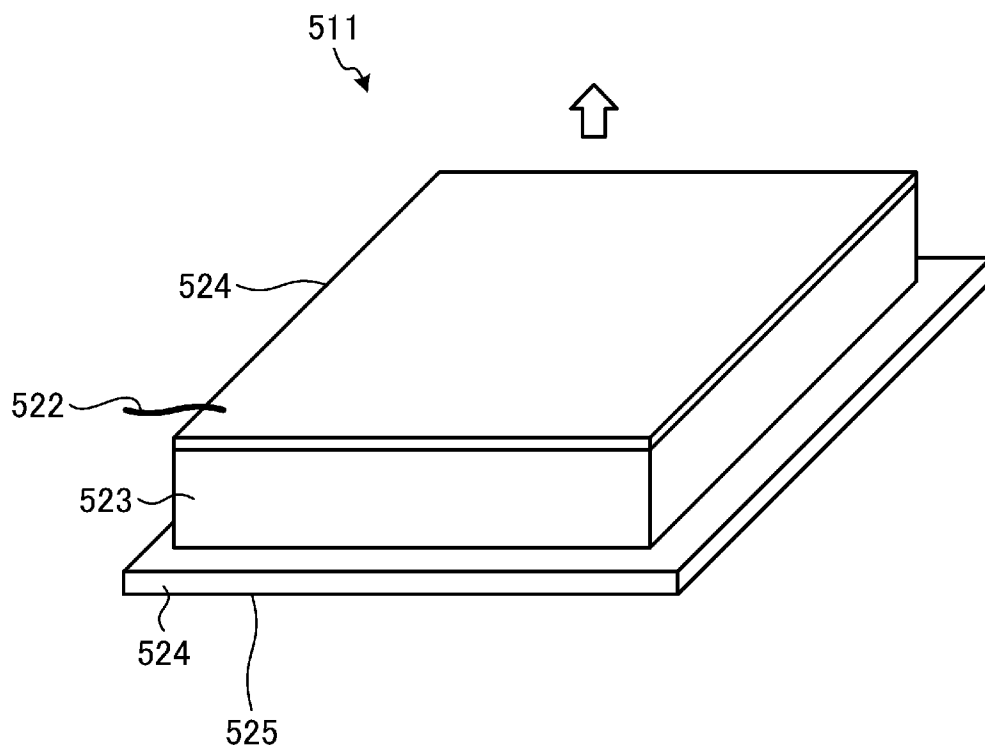
[図1]



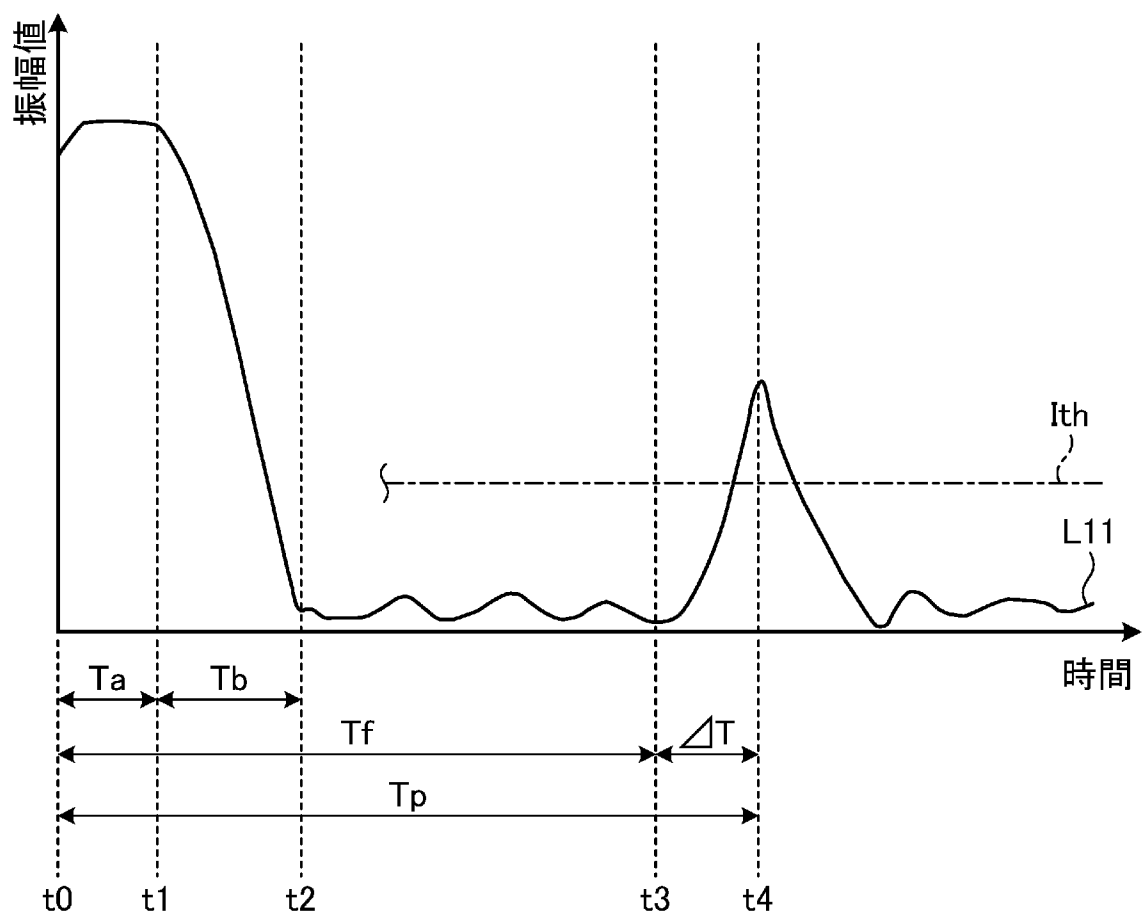
[図2]



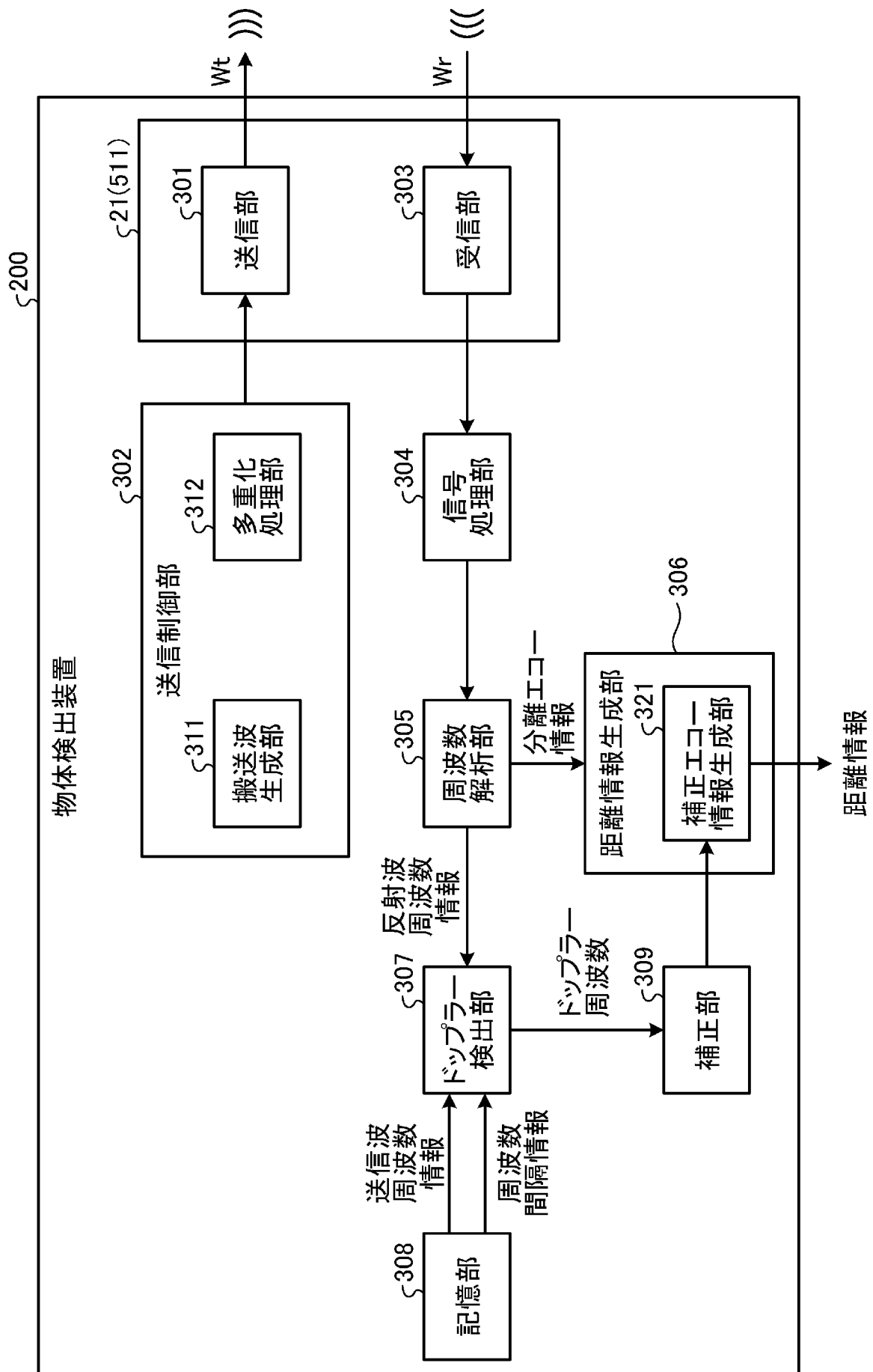
[図3]



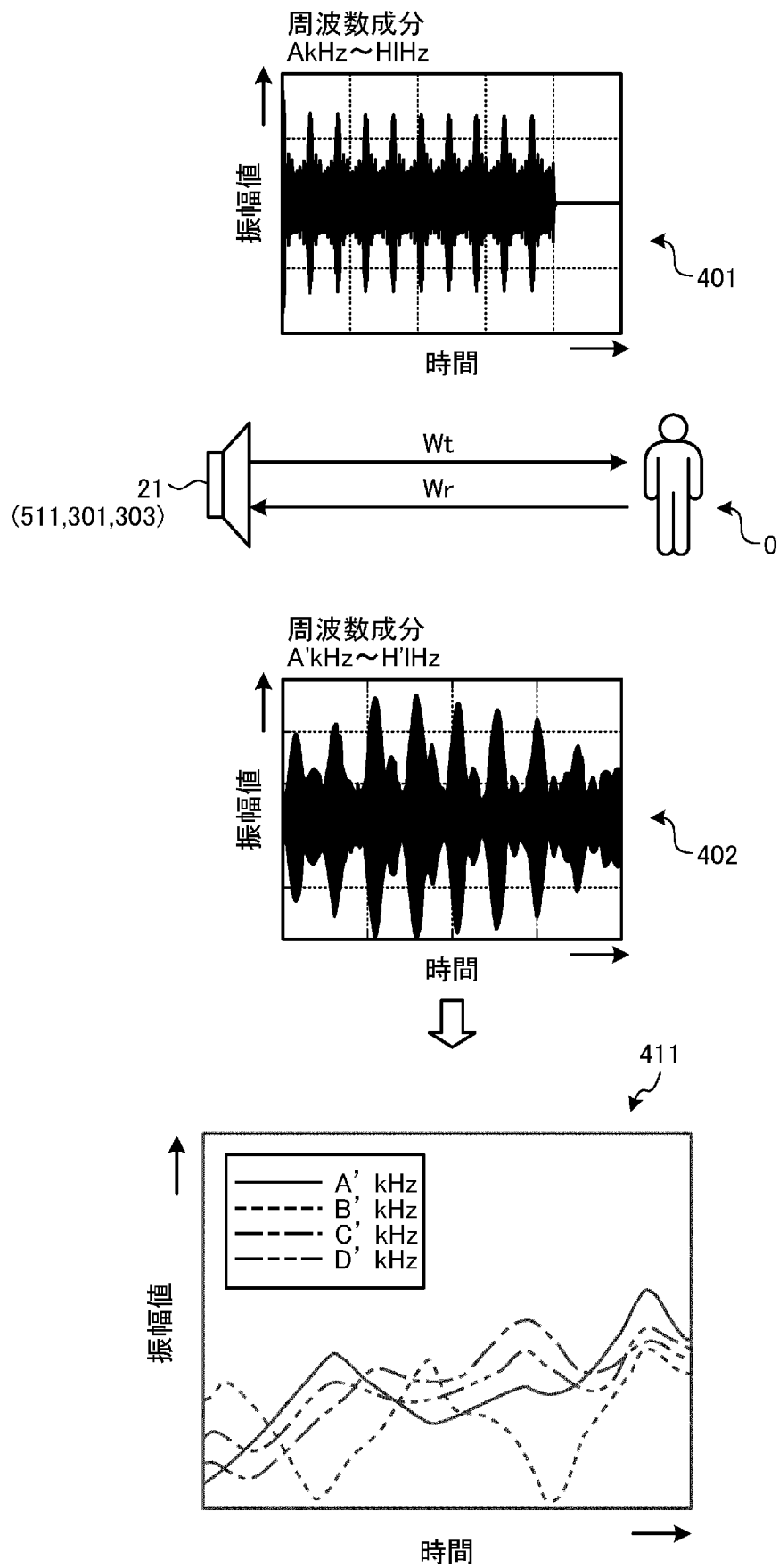
[図4]



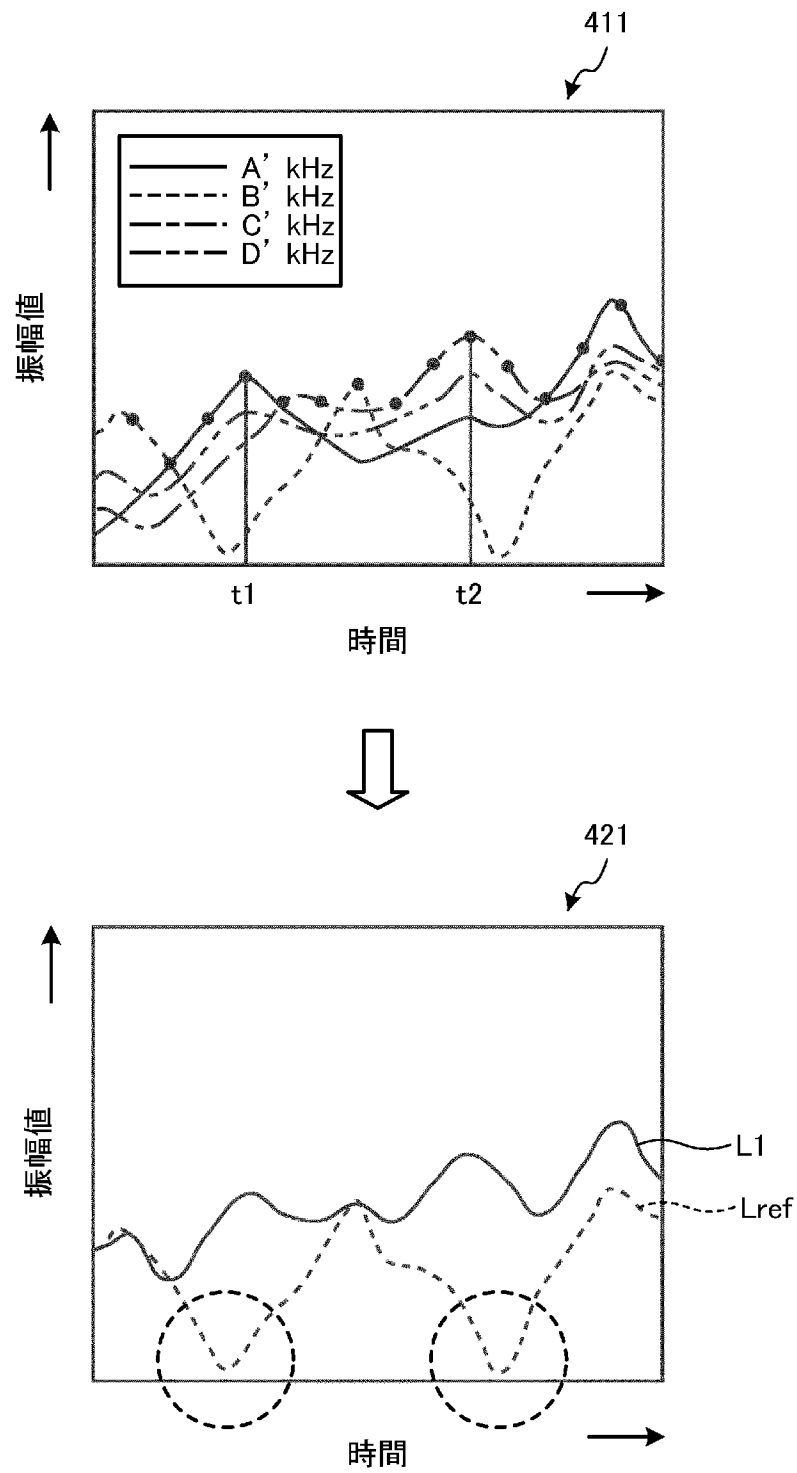
[図5]



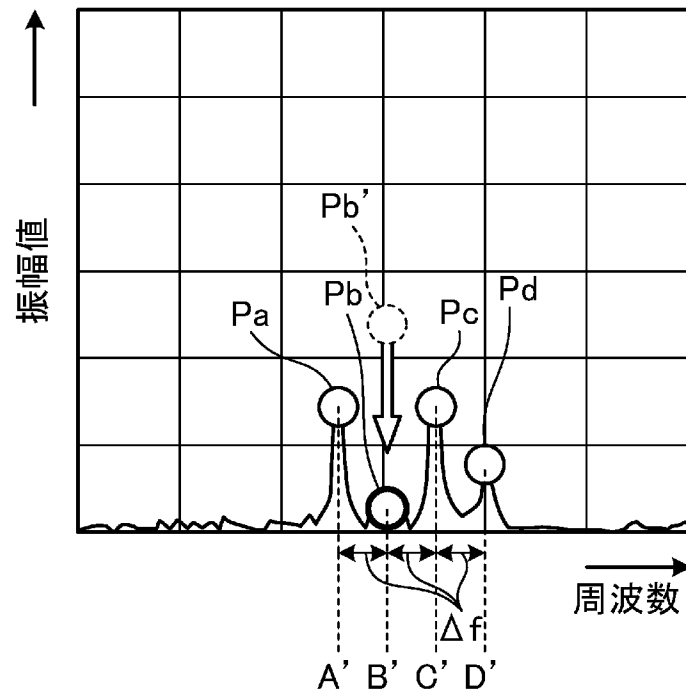
[図6]



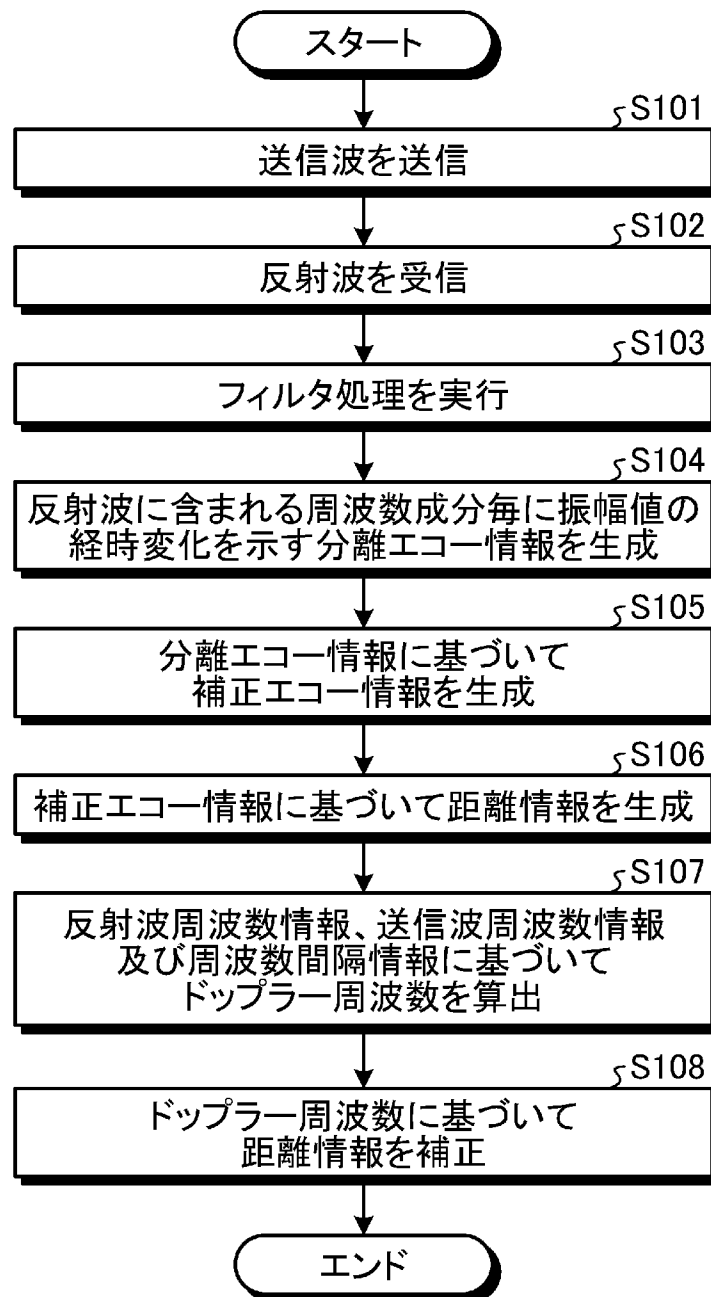
[図7]



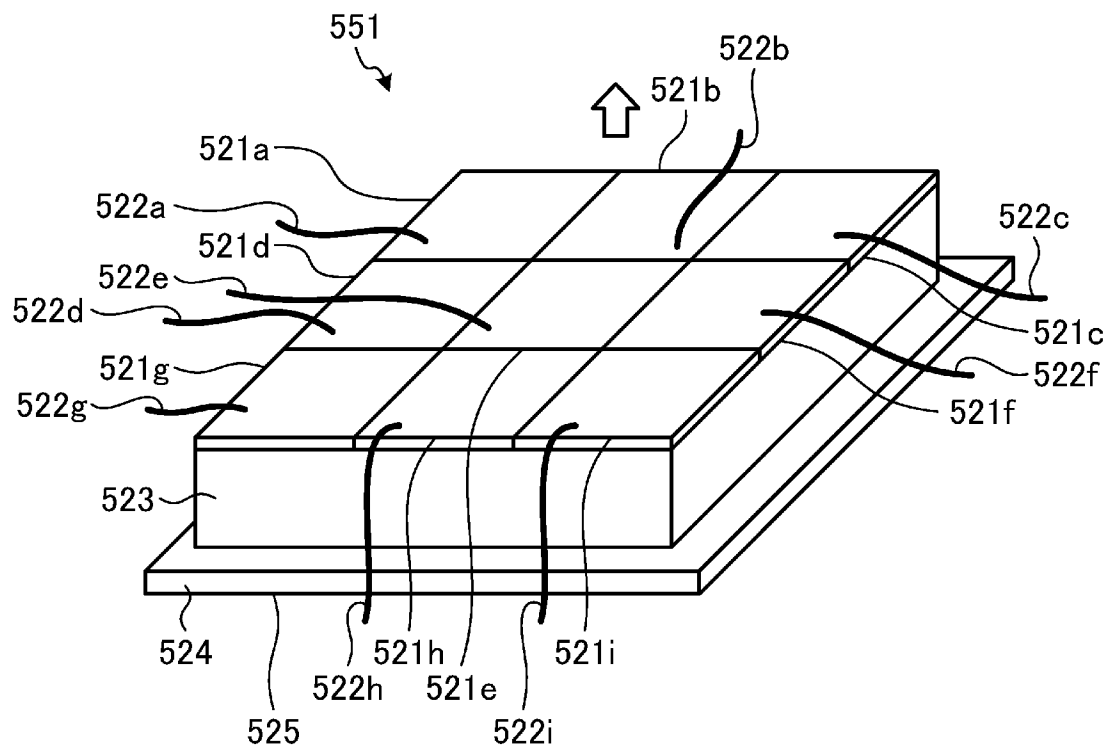
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/010838

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01S 15/32**(2006.01)i; **G01S 7/526**(2006.01)i; **G01S 7/527**(2006.01)i; **G01S 15/50**(2006.01)i

FI: G01S15/32; G01S7/526 J; G01S7/527; G01S15/50

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S7/00-17/95

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
Y	JP 04-024580 A (NEC CORP.) 28 January 1992 (1992-01-28)	1, 3, 5
A	p. 2, upper right column, line 15 to p. 2, lower right column, line 15, fig. 1, 2	2, 4
Y	JP 2020-153876 A (AISIN SEIKI KABUSHIKI KAISHA) 24 September 2020 (2020-09-24)	1, 3, 5
A	paragraphs [0018]-[0124], fig. 1-9	2, 4
A	JP 03-243881 A (JAPAN RADIO CO., LTD.) 30 October 1991 (1991-10-30)	1-5
	p. 2, upper left column, line 13 to p. 4, lower left column, line 12, fig. 1-5	
A	JP 01-187485 A (NEC CORP.) 26 July 1989 (1989-07-26)	1-5
	entire text, all drawings	

☐ 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

27 April 2023

Date of mailing of the international search report

16 May 2023

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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/010838

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	04-024580	A	28 January 1992	(Family: none)	
JP	2020-153876	A	24 September 2020	US 2020/0301009 A1 paragraphs [0018]-[0146], fig. 1-9	
				DE 102020106498 A1	
				CN 111722229 A	
JP	03-243881	A	30 October 1991	(Family: none)	
JP	01-187485	A	26 July 1989	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01S 15/32(2006.01)i; G01S 7/526(2006.01)i; G01S 7/527(2006.01)i; G01S 15/50(2006.01)i FI: G01S15/32; G01S7/526 J; G01S7/527; G01S15/50		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G01S7/00-17/95 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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
Y	JP 04-024580 A（日本電気株式会社）28.01.1992（1992 - 01 - 28） 第2頁右上欄第15行-第2頁右下欄第15行, 第1-2図	1, 3, 5
A		2, 4
Y	JP 2020-153876 A（アイシン精機株式会社）24.09.2020（2020 - 09 - 24） 段落0018-0124, 図1-9	1, 3, 5
A		2, 4
A	JP 03-243881 A（日本無線株式会社）30.10.1991（1991 - 10 - 30） 第2頁左上欄第13行-第4頁左下欄第12行, 第1-5図	1-5
A	JP 01-187485 A（日本電気株式会社）26.07.1989（1989 - 07 - 26） 全文, 全図	1-5
☐ 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、一般の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 27.04.2023		国際調査報告の発送日 16.05.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 山下 雅人 2M 9303 電話番号 03-3581-1101 内線 3216

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/010838

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	04-024580	A	28.01.1992	(ファミリーなし)	
JP	2020-153876	A	24.09.2020	US 2020/0301009 A1	
				段落0018-0146, 図1-9	
				DE 102020106498 A1	
				CN 111722229 A	
JP	03-243881	A	30.10.1991	(ファミリーなし)	
JP	01-187485	A	26.07.1989	(ファミリーなし)	