(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年6月10日(10.06.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/111795 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 35/00 (2006.01) *G01N 35/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/041344

(22) 国際出願日： 2020年11月5日(05.11.2020)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2019-218793 2019年12月3日(03.12.2019) JP

(71) 出願人: 株式会社日立ハイテク (**HITACHI HIGH-TECH CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目１７番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 高麗 友輔 (**KOURAI Yuusuke**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 稲邊 利幸(**INABE Toshiyuki**); 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目１７番１号 株式会社日立ハイテク内 Tokyo (JP). 宮本 隼佑(**MIYAMOTO Shunsuke**); 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目１７番１号 株式会社日立ハイテク内 Tokyo (JP).

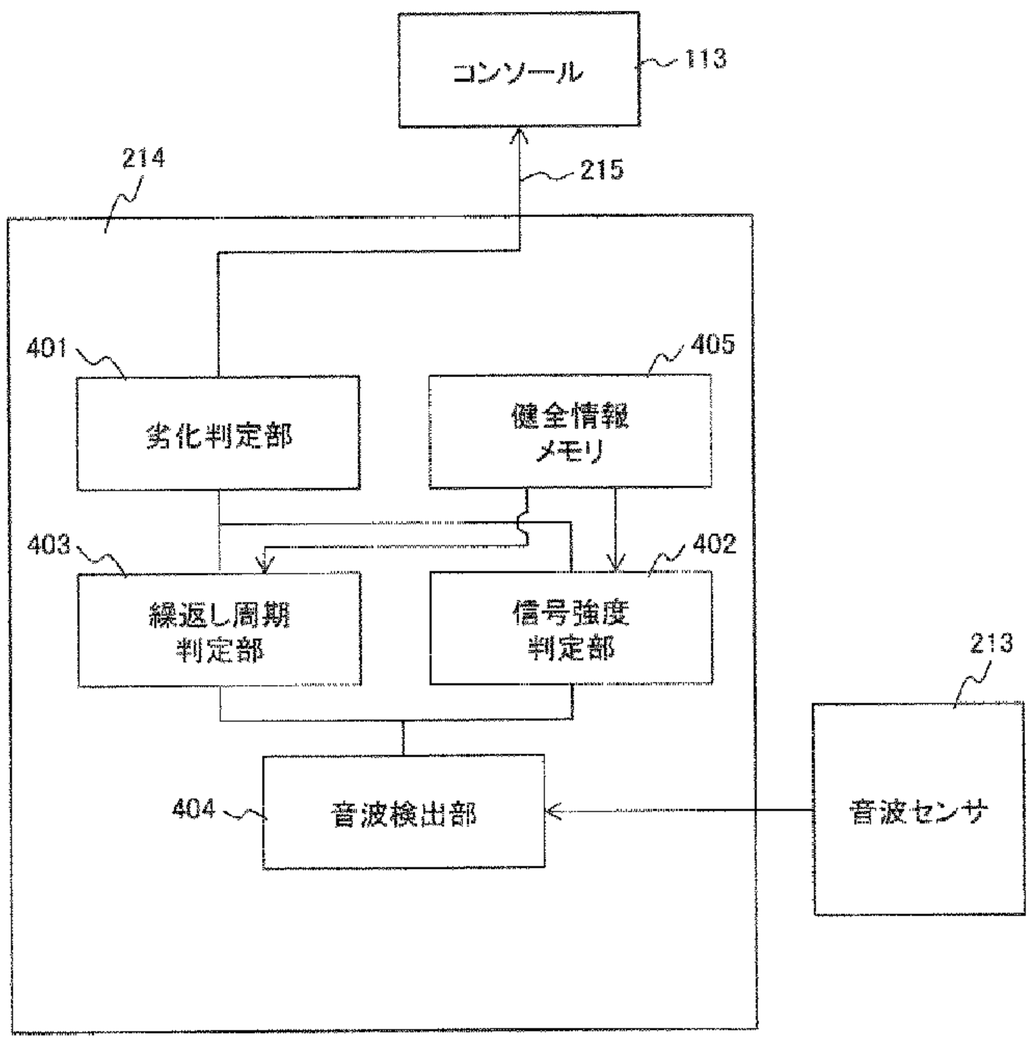
(74) 代理人: ポレール特許業務法人 (**POLAIRE I.P.C.**); 〒1030021 東京都中央区日本橋本石町三丁目３番５号 Tokyo (JP).

(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,

(54) Title: CHEMICAL ANALYZER

(54) 発明の名称： 化学分析装置

[図4]



113... CONSOLE
213... ACOUSTIC WAVE SENSOR
401... DETERIORATION DETERMINATION UNIT
402... SIGNAL INTENSITY DETERMINATION UNIT
403... REPEAT PERIOD DETERMINATION UNIT
404... ACOUSTIC WAVE DETECTION UNIT
405... NORMALITY INFORMATION MEMORY

(57) Abstract: The present invention provides a chemical analyzer with highly reliable agitation performance, said chemical analyzer not only diagnosing the deterioration of a piezoelectric element, but also diagnosing the deformation and displacement of a reaction container and diagnosing the normality of the liquid quantity of a substance to be agitated in the reaction container. This chemical analyzer is characterized by comprising: an agitating mechanism that uses acoustic waves to agitate a sample and a reagent within a reaction container, generates acoustic waves using a piezoelectric element,

［続葉有］

WO 2021/111795 A1

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

and has an acoustic wave sensor for detecting the acoustic waves; and a controller that controls the agitating mechanism. Said chemical analyzer is further characterized in that the controller has: an acoustic wave detection unit that processes a detection signal detected by the acoustic wave sensor; a normality information memory in which normal-time information is stored; a signal intensity determination unit that compares the acoustic wave amplitude and acoustic wave frequency transmitted from the acoustic wave detection unit with the acoustic wave amplitude and acoustic wave frequency stored in the normality information memory; and a repeat period determination unit that compares the acoustic wave period characteristic transmitted from the acoustic wave detection unit with the acoustic wave period characteristic stored in the normality information memory.

(57) 要約：本発明は、圧電素子の劣化の診断のみならず、反応容器の変形や位置ずれの診断及び反応容器内の被攪拌物の液量の健全性の診断を実現し、攪拌性能の信頼性が高い化学分析装置を提供する。本発明の化学分析装置は、反応容器の内部で、サンプルと試薬とを音波により攪拌し、圧電素子で音波を発生し、音波を検出する音波センサを有する攪拌機構と、攪拌機構を制御するコントローラと、を有し、コントローラは、音波センサで検出された検出信号を処理する音波検出部と、健全時情報を記憶する健全情報メモリと、音波検出部から伝送された音波の振幅や音波の周波数と健全情報メモリに記憶される音波の振幅や音波の周波数とを比較する信号強度判定部と、音波検出部から伝送された音波の周期特性と健全情報メモリに記憶される音波の周期特性とを比較する繰返し周期判定部と、を有することを特徴とする。

明　細　書

発明の名称 ： 化学分析装置

技術分野

[0001]　本発明は、化学分析装置に関する。

背景技術

[0002]　化学や医用などの分野における分析では、サンプルと試薬との被攪拌物の微量化が進んでいる。また、超音波を照射することにより、サンプルと試薬とを攪拌し、混合する場合がある。

[0003]　こうした本技術分野の背景技術として、特開２０１５－２５６７８号公報（特許文献１）がある。特許文献１には、分析前や分析中の攪拌動作において、反応容器内の被攪拌物の液性に対して、記憶部にて設定された圧電素子から発生させる超音波の強度の設定値と、反応容器内の被攪拌物を通過し、検出部にて検出された超音波の強度の検出値と、を制御部にて比較することにより、反応容器内の被攪拌物に対して、圧電素子から超音波が適切な条件で照射されたか否かを判断する自動分析装置が記載されている（要約参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１５－２５６７８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　特許文献１には、圧電素子から超音波が適切な条件で照射されたか否かを判断する自動分析装置が記載されている。

[0006]　しかし、特許文献１には、超音波の照射条件が適正か否かを判断する自動分析装置（化学分析装置）は記載されているものの、圧電素子の劣化の診断、反応容器の変形や位置ずれの診断、及び、反応容器内の被攪拌物の液量の健全性の診断を実現することについては、記載されていない。

[0007] そこで、本発明は、圧電素子の劣化の診断のみならず、反応容器の変形や位置ずれの診断及び反応容器内の被攪拌物の液量の健全性の診断を実現し、攪拌性能の信頼性が高い化学分析装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 上記した課題を解決するため、本発明の化学分析装置は、反応容器の内部で、サンプルと試薬とを音波により攪拌し、圧電素子で音波を発生し、音波を検出する音波センサを有する攪拌機構と、攪拌機構を制御するコントローラと、を有し、コントローラは、音波センサで検出された検出信号を処理する音波検出部と、健全時情報を記憶する健全情報メモリと、音波検出部から伝送された音波の振幅や音波の周波数と健全情報メモリに記憶される音波の振幅や音波の周波数とを比較する信号強度判定部と、音波検出部から伝送された音波の周期特性と健全情報メモリに記憶される音波の周期特性とを比較する繰返し周期判定部と、を有することを特徴とする。

[0009] そして、本発明の化学分析装置は、更に、信号強度判定部における比較結果と繰返し周期判定部における比較結果とに基づいて、圧電素子の劣化及び反応容器の健全性を判定する劣化判定部を有することを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、圧電素子の劣化の診断のみならず、反応容器の変形や位置ずれの診断及び反応容器内の被攪拌物の液量の健全性の診断を実現し、攪拌性能の信頼性が高い化学分析装置を提供することができる。

[0011] なお、上記した課題、構成及び効果については、下記する実施例の説明により、明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施例１に記載する化学分析装置の全体的な装置構成を説明する説明図である。

[図2]実施例１に記載する攪拌機構１０９を説明する断面図である。

[図3]実施例１に記載する駆動ユニット２０５を説明するブロック図である。

[図4]実施例１に記載する信号ユニット２１４を説明するブロック図である。

[図5]音波発生部２０１から音波センサ２１３へ伝搬する音波の伝搬路を説明する説明図である。

[図6]音波伝搬路５０１における音波の送信波形及び受信波形を説明する概略図である。

[図7]音波伝搬路５０２における音波の送信波形及び受信波形を説明する概略図である。

[図8]音波伝搬路５０３における音波の送信波形及び受信波形を説明する概略図である。

[図9]音波伝搬路５０１、音波伝搬路５０２及び音波伝搬路５０３における音波の送信波形及び受信波形を説明する概略図である。

[図10]実施例１に記載する圧電素子の劣化及び反応容器１０２の健全性を診断するためのフローチャートである。

[図11]実施例１に記載する圧電素子の劣化及び反応容器１０２の健全性を診断するための診断テーブルである。

[図12]実施例１に記載するケース（Ａ）における音波の送信波形及び受信波形を説明する概略図である。

[図13]実施例１に記載するケース（Ｂ１）における音波の送信波形及び受信波形を説明する概略図である。

[図14]実施例１に記載するケース（Ｂ２）における音波の送信波形及び受信波形を説明する概略図である。

[図15]実施例１に記載するケース（Ｃ）における音波の送信波形及び受信波形を説明する概略図である。

[図16]実施例１に記載するケース（Ｄ１）における音波の送信波形及び受信波形を説明する概略図である。

[図17]実施例１に記載するケース（Ｄ２）における音波の送信波形及び受信波形を説明する概略図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、図面を使用して、本発明の実施例を説明する。なお、実質的に同一

又は類似の構成には、同一の符号を付し、説明が重複する場合には、その説明を省略する場合がある。

実施例 1

[0014] まず、実施例１に記載する化学分析装置の全体的な装置構成を説明する。

[0015] 図１は、実施例１に記載する化学分析装置の全体的な装置構成を説明する説明図である。

[0016] 化学分析装置は、反応容器１０２を格納する反応ディスク１０１と、反応ディスク１０１に格納される反応容器１０２の恒温状態を保持する恒温槽１４と、サンプルカップ１０４を収納するサンプル用ターンテーブル１０３と、試薬ボトル１０５を格納する試薬用ターンテーブル１０６と、サンプルを反応容器１０２に分注するサンプル分注機構１０７と、試薬を反応容器１０２に分注する試薬分注機構１０８と、分注されたサンプルと分注された試薬とを反応容器１０２内で攪拌する攪拌機構１０９と、反応容器１０２内の被攪拌物（以下、検体と称す）の反応中及び／又は反応後の吸光度を測定する測光機構１１０と、測定が終了した後に、反応容器１０２を洗浄する洗浄機構１１１と、を有する。

[0017] そして、化学分析装置は、サンプル用ターンテーブル１０３と、試薬用ターンテーブル１０６と、サンプル分注機構１０７と、試薬分注機構１０８と、攪拌機構１０９と、測光機構１１０と、洗浄機構１１１と、を制御するコントローラ１１２と、入出力装置としてのコンソール１１３と、を有する。

[0018] そして、化学分析装置は、以下のように、動作する。

（１）サンプルカップ１０４から、サンプル分注機構１０７により、反応容器１０２にサンプルが分注される。

（２）サンプルが分注された反応容器１０２が格納された反応ディスク１０１が、試薬分注位置まで回転する。

（３）試薬ボトル１０６から、試薬分注機構１０８により、サンプルが分注された反応容器１０２に試薬が分注される。

（４）サンプル及び試薬が分注された反応容器１０２が格納された反応ディ

スク１０１が、攪拌位置まで回転する。

（５）攪拌機構１０９により、反応容器１０２内のサンプルと試薬とを攪拌（以下、混合も含む場合がある）する。

（６）攪拌が終了した反応容器１０２が格納された反応ディスク１０１が、吸光度の測定位置まで回転する。

（７）測光機構１１０により、サンプルと試薬との反応中及び／又は反応後の検体の吸光度を測定する。

（８）測定が終了した反応容器１０２が格納された反応ディスク１０１が、洗浄位置まで回転する。

（９）洗浄機構１１１により、測定が終了した反応容器１０２内の検体を吸引し、反応容器１０２を洗浄する。

[0019] なお、これら一連の動作及び反応ディスク１０１の回転のタイミングは、コントローラ１１２により、制御され、これら一連の動作は、複数のサンプルに対して、逐一、バッチ処理的に実行される。

[0020] なお、分析を実行する前に、事前に、コンソール１１３から、分析項目、サンプルの量や試薬の量などの情報を入力する。そして、コントローラ１１２で、自動的に分析プログラムが作成され、この分析プログラムに基づいて動作する。

[0021] また、音波センサ２１３（図２参照）で検出された検出信号（受信波形）は、コントローラ１１２（信号ユニット２１４（図２参照））で処理され、コンソール１１３に処理された結果が表示される。

[0022] 次に、実施例１に記載する攪拌機構１０９を説明する。

[0023] 図２は、実施例１に記載する攪拌機構１０９を説明する断面図である。

[0024] 恒温槽１１４は、恒温水２０４を満し、反応容器１０２は、恒温水２０４に浸るように設置される。反応容器１０２には、検体２１１が注入されている。

[0025] 攪拌機構１０９は、恒温槽１１４の内壁（例えば、内壁の内周側）に設置される音波発生部２０１と、恒温槽１１４の内壁（例えば、内壁の外周側）

に設置される音波反射部２０２と、音波反射部２０２の下方に設置される音波センサ２１３と、有する。

[0026] 音波発生部２０１から発生した音波は、恒温水２０４を伝搬し、反応容器１０２の側面から、反応容器１０２に照射され、反応容器１０２に注入されている検体２１１を攪拌し、サンプルと試薬とを混合する。なお、音波は、超音波であることが好ましい。

[0027] 一般に、液体中を伝搬する音波は、自由液面に到達すると、液体は気体に飛び出すような力が作用する。音響放射圧が主要因である。このため、音波発生部２０１から発生した音波は、反応容器１０２に注入されている検体２１１の液面よりも、下方に向かって（液面がない方向に）照射される。

[0028] また、音波発生部２０１から発生した音波は、音波反射部２０２で反射し、恒温水２０４を伝搬し、反応容器１０２の側面から、反応容器１０２に照射され、反応容器１０２に注入されている検体２１１を攪拌し、サンプルと試薬とを混合する。

[0029] 音波反射部２０２は、音波発生部２０１から発生した音波を、下方に向かって反射するように、傾斜を有する。これにより、音波反射部２０２で反射し、反応容器１０２に照射される音波は、下方に向かって（液面がない方向に）照射される。

[0030] このように、攪拌機構１０９は、検体２１１を非接触で攪拌する。

[0031] また、音波発生部２０１は、上下方向（縦方向）にアレイ状に設置され、それぞれが独立に駆動するセグメント２０７を有する。セグメント２０７は、電極と電極との間に圧電材料を有し、圧電素子から構成され、音波を発生する。なお、音波発生部２０１は、超音波素子であることが好ましい。

[0032] つまり、攪拌機構１０９は、恒温槽１１４の対面する、それぞれ側面に、音波を発生する音波発生部２０１と、音波を反射する音波反射部２０２と、有する。そして、音波発生部２０１と音波反射部２０２との間に、反応容器１０２を設置する。

[0033] 音波センサ２１３は、音波発生部２０１から反応容器１０２を通過する音

波であって、（１）直接的に、伝搬する音波、（２）音波反射部２０２を経由して、伝搬する音波、（３）反応容器１０２の気液界面で反射して、伝搬する音波、などを検出する。なお、音波センサ２１３は、伝搬する音波を圧力変化として感知し、電気信号（検出信号）に変換する。

[0034] また、コントローラ１１２は、音波発生部２０１の駆動を制御する駆動ユニット２０５と、音波センサ２１３で検出された検出信号を処理する信号ユニット２１４と、を有する。駆動ユニット２０５は、コンソール１１３から情報２０６を受信し、信号ユニット２１４は、コンソール１１３に情報２１５を送信する。

[0035] 次に、実施例１に記載する駆動ユニット２０５を説明する。

[0036] 図３は、実施例１に記載する駆動ユニット２０５を説明するブロック図である。

[0037] 駆動ユニット２０５は、検体情報メモリ３０１と、使用素子判定器３０２と、制御器３０３と、波形発生器３０４と、増幅器３０５と、可変整合回路３０６と、切替器３０７と、を有する。

[0038] 検体情報メモリ３０１は、コンソール１１３より受信した情報２０６を記憶する。情報２０６は、検体情報であり、検体２１１を攪拌するための攪拌条件の設定に必要な情報である。例えば、検体情報は、反応容器１０２で攪拌する検体２１１の液量（サンプルの量や試薬の量、サンプルの量と試薬の量との割合）、検体２１１の粘性、反応容器１０２の形状などである。

[0039] 使用素子判定器３０２は、検体情報と攪拌条件との対応情報を有する。そして、使用素子判定器３０２は、検体情報メモリ３０１から伝送された検体情報に適合する攪拌条件を判定する。つまり、使用素子判定器３０２は、事前に記憶された対応情報に基づいて、伝送された検体情報に適合する攪拌条件を決定する。なお、攪拌条件とは、例えば、音波の振幅、音波の周波数、音波の周期、駆動するセグメント２０７の組合せ、音波の照射時間（攪拌時間）などである。

[0040] 制御器３０３は、使用素子判定器３０２から伝送された攪拌条件（設定情

報）に基づいて、波形発生器３０４、可変整合回路３０６、切替器３０７へ、制御信号を伝送する。

[0041] 波形発生器３０４は、伝送された設定情報に基づいて、波形信号を発生する。

[0042] 増幅器３０５は、波形発生器３０４で発生した波形信号を増幅する。

[0043] 可変整合回路３０６は、増幅器３０５と切替器３０７との間のインピーダンス差を調整する。

[0044] 切替器３０７は、ＯＮ／ＯＦＦ制御により、音波発生部２０１の駆動を制御する。つまり、切替器３０７は、圧電素子のＯＮ／ＯＦＦを、スイッチで制御する。例えば、反応容器１０２で攪拌する検体２１１の液量から、反応容器１０２に注入されている検体２１１の液面の高さを計算し、最適な音波照射領域が決定される。

[0045] そして、この音波照射領域に対応するセグメント２０７を決定し、音波発生部２０１（圧電素子）を駆動する。

[0046] なお、音波発生部２０１（圧電素子）には、駆動ユニット２０５から、振幅（出力）変調された波形信号（電圧）が印加される。このため、音波発生部２０１（圧電素子）から発生した音波も、振幅変調に応じた音波になり、振幅変調に応じた音波が反応容器１０２に照射される。

[0047] このように、攪拌される検体２１１に対して最適な音波であって、反応容器１０２で攪拌する検体２１１の液量に対して最適なセグメント２０７が決定される。そして、決定された圧電素子に電力が供給され、音波が発生する。

[0048] 次に、実施例１に記載する信号ユニット２１４を説明する。

[0049] 図４は、実施例１に記載する信号ユニット２１４を説明するブロック図である。

[0050] 信号ユニット２１４は、劣化判定部４０１と、信号強度判定部４０２と、繰返し周期判定部４０３と、音波検出部４０４と、健全情報メモリ４０５と、を有する。

[0051] 音波検出部４０４は、音波センサ２１３で検出された検出信号を、処理（アナログ／デジタル変換）する。そして、音波検出部４０４でアナログ／デジタル変換された検出信号は、信号強度判定部４０２と繰返し周期判定部４０３とに、伝送される。

[0052] 健全情報メモリ４０５は、健全時情報を記憶する。健全時情報とは、例えば、反応容器１０２で攪拌する検体２１１の液量、サンプルの量と試薬の量との割合、検体２１１の粘性、反応容器１０２の形状、音波の振幅、音波の周波数、音波の周期（振幅存在時間と振幅不存在時間）、駆動するセグメント２０７の組合せ、音波の照射時間（攪拌時間）などに対する健全時に受信されるべき健全時信号である。

[0053] また、健全時情報には、健全時の送信周期ＴＴ、健全時の受信周期ＲＲ、健全時の送信波形の振幅ＴＴ－Ａ、健全時の送信波形の周波数ＴＴ－Ｆ、健全時の受信波形の伝搬時間ｔｔ、健全時の振幅存在時間Ｒ－ＯＮと健全時の振幅不存在時間Ｒ－ＯＦＦとの割合が含まれる。

[0054] 信号強度判定部４０２は、音波検出部４０４から伝送された検出信号と、健全情報メモリ４０５に記憶される健全時信号と、を比較する。特に、検出信号における音波の振幅や音波の周波数と、健全時信号における音波の振幅や音波の周波数と、を比較する。

[0055] そして、劣化判定部４０１は、これらの差異が、事前に設定される所定の範囲以内の場合には、圧電素子は正常であると診断され、これらの差異が、事前に設定される所定の範囲よりも、大きい又は小さい場合には、圧電素子に異常があると診断され、圧電素子の劣化が診断される。

[0056] 繰返し周期判定部４０３は、音波検出部４０４から伝送された検出信号と、健全情報メモリ４０５に記憶される健全時信号と、を比較する。

[0057] つまり、繰返し周期判定部４０３は、検出信号における音波の周期特性と健全時信号における音波の周期特性とを比較する。特に、検出信号における音波の周期（振幅検出時間と振幅不検出時間）と、健全時信号における音波の周期（振幅存在時間と振幅不存在時間）と、を比較する。

[0058] 具体的には、（振幅検出時間と振幅不検出時間との合計時間）と（振幅存在時間と振幅不存在時間との合計時間）とを比較し、又は／及び、（振幅検出時間と振幅不検出時間との割合）と（振幅存在時間と振幅不存在時間との割合）とを比較する。そして、検出信号における伝搬時間と健全時信号における伝搬時間とを比較する。

[0059] そして、劣化判定部４０１は、これら合計時間や割合の差異又は伝搬時間が、事前に設定される所定の範囲以内の場合には、反応容器１０２の変形や位置ずれはなく、反応容器１０２内の検体２１１の液量は正常であると診断される。

[0060] 一方、劣化判定部４０１は、これら合計時間や割合の差異又は伝搬時間が、事前に設定される所定の範囲よりも、大きい又は小さい場合には、反応容器１０２の変形や位置ずれがあり、反応容器１０２内の検体２１１の液量に異常があると診断される。

[0061] つまり、これにより、反応容器１０２の変形や位置ずれ、及び、反応容器１０２内の検体２１１の液量の健全性が診断される。

[0062] 劣化判定部４０１は、信号強度判定部４０２における比較結果と繰返し周期判定部４０３における比較結果とに基づいて、圧電素子の劣化、反応容器１０２の変形や位置ずれ、反応容器１０２内の検体２１１の液量の健全性を判定（診断）する。そして、劣化判定部４０１は、判定結果（処理された結果）を、情報２１５として、コンソール１１３に送信し、コンソール１１３は、判定結果を表示する。

[0063] つまり、実施例１では、健全時の音波の特性と検出された音波の特性とを比較することにより、圧電素子の劣化の診断のみならず、反応容器１０２の変形や位置ずれの診断及び反応容器１０２内の検体２１１の液量の健全性の診断を実現することができる。

[0064] ここで、音波の特性とは、音波の振幅（送信波形の振幅ＴＴ－Ａ）、音波の周波数（送信波形の周波数ＴＴ－Ｆ）、及び、音波の周期（振幅検出時間Ｒ－ＯＮと振幅不検出時間Ｒ－ＯＦＦ）、送信周期ＴＴ、受信周期ＲＲ、受

信波形の伝搬時間ｔｔ、振幅検出時間Ｒ－ＯＮと振幅不検出時間Ｒ－ＯＦＦとの割合である。

[0065] また、音波の周期特性とは、音波の周期（振幅検出時間Ｒ－ＯＮと振幅不検出時間Ｒ－ＯＦＦ）、送信周期ＴＴ、受信周期ＲＲ、受信波形の伝搬時間ｔｔ、振幅検出時間Ｒ－ＯＮと振幅不検出時間Ｒ－ＯＦＦとの割合である。

[0066] このように、実施例１に記載する化学分析装置は、例えば、サンプルを反応容器１０２に分注するサンプル分注機構１０７と、試薬を反応容器１０２に分注する試薬分注機構１０８と、分注されたサンプルと分注された試薬とを反応容器１０２内で音波により攪拌する攪拌機構１０９と、反応容器１０２内の検体２１１の反応中及び／又は反応後の吸光度を測定する測光機構１１０と、測定が終了した後に、反応容器１０２を洗浄する洗浄機構１１１と、サンプル分注機構１０７と試薬分注機構１０８と攪拌機構１０９と測光機構１１０と洗浄機構１１１とを制御するコントローラ１１２と、入出力装置としてのコンソール１１３と、を有する。

[0067] そして、コントローラ１１２は、攪拌機構１０９の音波発生部２０１の駆動を制御する駆動ユニット２０５と、攪拌機構１０９の音波センサ２１３で検出された検出信号を処理する信号ユニット２１４と、を有する。

[0068] そして、信号ユニット２１４は、音波センサ２１３で検出された検出信号をアナログ／デジタル変換する音波検出部４０４と、健全時情報を記憶する健全情報メモリ４０５と、音波検出部４０４から伝送された音波の振幅や音波の周波数と健全情報メモリ４０５に記憶される音波の振幅や音波の周波数とを比較する信号強度判定部４０２と、音波検出部４０４から伝送された音波の周期と健全情報メモリ４０５に記憶される音波の周期とを比較する繰返し周期判定部４０３と、信号強度判定部４０２における比較結果と繰返し周期判定部４０３における比較結果とに基づいて、圧電素子の劣化及び反応容器１０２の健全性（反応容器１０２の変形や位置ずれ、反応容器１０２内の検体２１１の液量の健全性）を判定する劣化判定部４０１と、を有する。

[0069] このように、実施例１によれば、特に、音波の周期などを使用し、反応容

器１０２の変形や位置ずれの診断及び反応容器１０２内の検体２１１の液量の健全性の診断を実現することができ、攪拌性能の信頼性が高い化学分析装置を提供することができる。

[0070] また、実施例１によれば、強い攪拌力を有し、検体２１１を十分に攪拌することができ、一方、検体２１１の液面が盛り上がり、検体２１１が反応容器１０２から飛散する恐れはない。

[0071] また、実施例１によれば、音波センサ２１３により、攪拌中に、検出信号を検出することができ、検出信号は、検体２１１の液面の挙動（揺れ）も反映する。

[0072] 次に、音波発生部２０１から音波センサ２１３へ伝搬する音波の伝搬路を説明する。

[0073] 図５は、音波発生部２０１から音波センサ２１３へ伝搬する音波の伝搬路を説明する説明図である。

[0074] 音波発生部２０１から音波センサ２１３へ伝搬路としては、（１）直接的に、伝搬する音波伝搬路５０１、（２）音波反射部２０２を経由して、伝搬する音波伝搬路５０２、（３）反応容器１０２の気液界面で反射して、伝搬する音波伝搬路５０３など、の伝搬路がある。

[0075] 次に、各音波伝搬路における音波の送信波形（送信信号）及び受信波形（受信信号）を説明する。以下の図面は、横軸に時間、縦軸に振幅を示す。

[0076] 図６は、音波伝搬路５０１における音波の送信波形及び受信波形を説明する概略図である。

[0077] 音波伝搬路５０１における音波の送信波形では、送信周期Ｔ（１周期）は、音波の照射時間（電流の印加時間）Ｔ－ＯＮと音波の否照射時間（電流の否印加時間）Ｔ－ＯＦＦとからなる。

[0078] なお、送信周期Ｔは、音波発生部２０１を駆動する駆動回路に流れる電流を検出し、示される。また、送信周期Ｔは、反応容器１０２の形状や検体２１１の液量などにより調整される。

[0079] 音波伝搬路５０１における音波の受信波形では、受信周期Ｒ６（１周期）

は、音波の検出時間（振幅検出時間）Ｒ－ＯＮ６と音波の否検出時間（振幅不検出時間）Ｒ－ＯＦＦ６とからなる。

[0080] なお、受信波形は、音波発生部２０１から発生した音波が、恒温水２０４、反応容器１０２、検体２１１を通過し、音波センサ２１３に伝搬するため、伝搬時間ｔ６が経過した後に検出される。

[0081] また、受信周期Ｒ６と送信周期Ｔとは、同等の信号周期を示す。なお、受信周期Ｒ６と送信周期Ｔとが同等の信号周期であっても、反応容器１０２の変形や位置ずれがあり、反応容器１０２内の検体２１１の液量に異常がある場合には、検出時間Ｒ－ＯＮ６と否検出時間Ｒ＿ＯＦＦ６との割合と、照射時間Ｔ－ＯＮと否照射時間Ｔ－ＯＦＦとの割合と、が変化する場合がある。

[0082] また、音波の周波数はＭＨｚオーダであるが、音波の周期は数十Ｈｚオーダである。

[0083] 図７は、音波伝搬路５０２における音波の送信波形及び受信波形を説明する概略図である。

[0084] 音波伝搬路５０２における音波の送信波形では、図６と同様である。

[0085] 音波伝搬路５０２における音波の受信波形でも、図６と概ね同様である。受信周期Ｒ７（１周期）は、音波の検出時間（振幅検出時間）Ｒ－ＯＮ７と音波の否検出時間（振幅不検出時間）Ｒ－ＯＦＦ７とからなる。

[0086] なお、受信波形は、音波発生部２０１から発生した音波が、恒温水２０４、反応容器１０２、検体２１１を通過し、音波反射部２０２を経由し、音波センサ２１３に伝搬するため、伝搬時間ｔ７が経過した後に検出される。なお、伝搬時間ｔ７は、伝搬時間ｔ６よりも長い。

[0087] 図８は、音波伝搬路５０３における音波の送信波形及び受信波形を説明する概略図である。

[0088] 音波伝搬路５０３における音波の送信波形では、図６や図７と同様である。

[0089] 音波伝搬路５０３における音波の受信波形でも、図６や図７と概ね同様である。受信周期Ｒ８（１周期）は、音波の検出時間（振幅検出時間）Ｒ－Ｏ

Ｎ８と音波の否検出時間（振幅不検出時間）Ｒ－ＯＦＦ８とからなる。

[0090] なお、受信波形は、音波発生部２０１から発生した音波が、恒温水２０４、反応容器１０２、検体２１１を通過し、反応容器１０２の気液界面で反射し、音波センサ２１３に伝搬するため、伝搬時間ｔ８が経過した後に検出される。なお、伝搬時間ｔ８は、伝搬時間ｔ６や伝搬時間ｔ７よりも長い。

[0091] 図９は、音波伝搬路５０１、音波伝搬路５０２及び音波伝搬路５０３における音波の送信波形及び受信波形を説明する概略図である。

[0092] 音波伝搬路５０１、音波伝搬路５０２及び音波伝搬路５０３における音波の送信波形では、図６、図７、図８と同様である。

[0093] 音波伝搬路５０１、音波伝搬路５０２及び音波伝搬路５０３における音波の受信波形では、受信周期Ｒ９（１周期）は、音波の検出時間（振幅検出時間）Ｒ－ＯＮ９と音波の否検出時間（振幅不検出時間）Ｒ－ＯＦＦ９とからなる。

[0094] なお、受信波形は、音波発生部２０１から発生した、音波伝搬路５０１、音波伝搬路５０２及び音波伝搬路５０３を伝搬した音波が、音波センサ２１３に伝搬するため、伝搬時間ｔ９が経過した後に検出される。なお、伝搬時間ｔ９は、伝搬時間ｔ６と同等である。

[0095] また、検出時間Ｒ－ＯＮ９は、３つ受信波形が重なるため、検出時間Ｒ－ＯＮ６、検出時間Ｒ－ＯＮ７、検出時間Ｒ－ＯＮ８よりも長くなり、振幅も変化する。

[0096] このように音波センサ２１３では、重なっている３つ受信波形が、検出される。そして、特に、この受信波形の周期など（音波の周期など）を使用することにより、反応容器１０２の変形や位置ずれの診断及び反応容器１０２内の検体２１１の液量の健全性の診断を実現することができる。

[0097] 次に、実施例１に記載する圧電素子の劣化及び反応容器１０２の健全性を診断するためのフローを説明する。

[0098] 図１０は、実施例１に記載する圧電素子の劣化及び反応容器１０２の健全性を診断するためのフローチャートである。

[0099] Ｓ１では、音波発生部２０１から音波を発生させ、検体２１１を攪拌する。

[0100] Ｓ２では、音波センサ２１３で伝搬した音波（検出信号）を検出する。

[0101] Ｓ３では、駆動回路に流れる電流を検出し、送信波形の振幅、送信波形の周波数、送信周期Ｔ（これらを送信波情報と称す）を、一般的な手法を使用して、算出する。

[0102] Ｓ４では、音波センサ２１３で検出された検出信号を使用して、受信波形の振幅、受信波形の周波数、受信周期Ｒ９、伝搬時間ｔ９（これらを受信波情報と称す）を、一般的な手法を使用して、算出する。

[0103] Ｓ５では、送信波情報と健全時情報とを比較し、受信波情報と健全時情報とを比較する。

[0104] Ｓ６では、圧電素子の劣化及び反応容器１０２の健全性を診断する。つまり、状態を判定する。

[0105] 判定では、以下に分類される。

（Ａ）良好な攪拌状態を維持している。

（Ｂ）圧電素子が劣化している。

（Ｃ）反応容器１０２の変形や位置ずれが発生している。

（Ｄ）反応容器１０２内の検体２１１の液量が変化している。

[0106] なお、（Ａ）は健全状態であり、（Ｂ）（Ｃ）（Ｄ）は異常状態である。

[0107] Ｓ７では、（Ａ）の場合に、現状の駆動状態を維持する。

[0108] Ｓ８では、（Ｂ）（Ｃ）（Ｄ）の場合に、コンソール１１３にエラーを表示し、エラーを処理する。なお、（Ｂ）の場合であって、出力低下と判定された場合には、圧電素子に印加される電圧の振幅を修正して、攪拌性能を回復させることもできる。また、攪拌性能を回復させることができないようなエラーの場合には、攪拌を一時停止する。

[0109] このように、実施例１によれば、特に、受信波形の周期を使用することにより、反応容器１０２の変形や位置ずれの診断及び反応容器１０２内の検体２１１の液量の健全性の診断を実現することができる。

[0110] そして、実施例１によれば、圧電素子の劣化の診断の精度も向上させ、反応容器１０２の変形や位置ずれの診断及び反応容器１０２内の検体２１１の液量の健全性の診断を実現し、攪拌性能の信頼性が高い化学分析装置を提供することができる。

[0111] 次に、実施例１に記載する圧電素子の劣化及び反応容器１０２の健全性を診断するための診断テーブルを説明する。

[0112] 図１１は、実施例１に記載する圧電素子の劣化及び反応容器１０２の健全性を診断するための診断テーブルである。

[0113] 図１１に示す診断テーブルでは、例えば、攪拌状態として、健全状態１ケース（Ａ）と異常状態５ケース（Ｂ１）（Ｂ２）（Ｃ）（Ｄ１）（Ｄ２）とに分類される。

[0114] 健全状態（Ａ）の判定は、検出される送信周期Ｔと健全情報メモリ４０５に記憶される健全時の送信周期ＴＴとが一致し、かつ、検出される受信周期Ｒと健全情報メモリ４０５に記憶される健全時の受信周期ＲＲとが一致する場合（比較結果）が該当する。

[0115] なお、一致や不一致の判定は、圧電素子や駆動回路の性能のばらつきや揺らぎを考慮し、事前に所定の範囲を設定して、判定する。

[0116] 異常状態（Ｂ１）の判定は、検出される送信波形の振幅Ｔ－Ａと健全情報メモリ４０５に記憶される健全時の送信波形の振幅ＴＴ－Ａとが不一致となる場合（比較結果）が該当する。そして、この判定の場合は、出力低下と判定される。故障モードとしては、圧電素子の劣化と判定される。

[0117] 異常状態（Ｂ２）の判定は、検出される送信波形の周波数Ｔ－Ｆと健全情報メモリ４０５に記憶される健全時の送信波形の周波数ＴＴ－Ｆとが不一致となる場合（比較結果）が該当する。そして、この判定の場合は、圧電素子の厚みなどの寸法や圧電素子の物性値が変化することによる周波数シフトと判定される。故障モードとしては、圧電素子の劣化と判定される。

[0118] 異常状態（Ｃ）の判定は、検出される受信波形の伝搬時間ｔと健全情報メモリ４０５に記憶される健全時の受信波形の伝搬時間ｔｔとが不一致となる

場合（比較結果）が該当する。そして、この判定の場合は、伝搬時間の変化と判定される。故障モードとしては、反応容器１０２の変形や位置ずれがあると判定される。

[0119] 異常状態（Ｄ１）の判定は、検出される受信周期Ｒと健全情報メモリ４０５に記憶される健全時の受信周期ＲＲとが不一致となる場合（比較結果）が該当する。そして、この判定の場合は、受信周期Ｒよりも受信周期ＲＲが長くなり、反応容器１０２内の検体２１１の液量が増加していると判定される。故障モードとしては、液量の増加と判定される。

[0120] 異常状態（Ｄ２）の判定は、検出される受信周期Ｒと健全情報メモリ４０５に記憶される健全時の受信周期ＲＲとが不一致となる場合（比較結果）が該当する。そして、この判定の場合は、受信周期Ｒよりも受信周期ＲＲが短くなり、反応容器１０２内の検体２１１の液量が減少していると判定される。故障モードとしては、液量の減少と判定される。

[0121] なお、これらの異常状態５ケースの内、複数のケースが発生した場合であっても、同時に検出することができる。例えば、異常状態（Ｂ１）と異常状態（Ｃ）とが同時に発生した場合、圧電素子の劣化と反応容器１０２の変形や位置ずれがあると、それぞれ独立した判定基準により、同時に異常状態を判定することができる。また、例えば、異常状態（Ｂ２）と異常状態（Ｄ１）や異常状態（Ｄ２）とが同時に発生した場合も、それぞれ独立した判定基準により、同時に異常状態を判定することができる。

[0122] 次に、各ケースにおける音波の送信波形及び受信波形を説明する。以下の図面は、横軸に時間、縦軸に振幅を示す。

[0123] 図１２は、実施例１に記載するケース（Ａ）における音波の送信波形及び受信波形を説明する概略図である。

[0124] 図１２に示すように、送信周期Ｔと受信周期Ｒとが検出され、これらと健全時の送信周期ＴＴ及び健全時の受信周期ＲＲとが比較される。

[0125] 図１３は、実施例１に記載するケース（Ｂ１）における音波の送信波形及び受信波形を説明する概略図である。

[0126] 図１３に示すように、送信波形の振幅Ｔ－Ａが検出され、これと健全時の送信波形の振幅ＴＴ－Ａとが比較される。

[0127] 図１４は、実施例１に記載するケース（Ｂ２）における音波の送信波形及び受信波形を説明する概略図である。

[0128] 図１４に示すように、送信波形の周波数Ｔ－Ｆが検出され、これと健全時の送信波形の周波数ＴＴ－Ｆとが比較される。なお、検出された送信波形を使用し、時間波形を周波数変換し、周波数とエネルギー密度との関係を導き、比較する（図１４の下図参照）。

[0129] 図１５は、実施例１に記載するケース（Ｃ）における音波の送信波形及び受信波形を説明する概略図である。

[0130] 図１５に示すように、受信波形の伝搬時間ｔが検出され、これと健全時の受信波形の伝搬時間ｔｔとが比較される。

[0131] 例えば、伝搬時間ｔｔと伝搬時間ｔ１５０とを比較し、伝搬時間ｔｔと伝搬時間ｔ１５１とを比較する。伝搬時間ｔｔと伝搬時間ｔ１５０との差と、伝搬時間ｔｔと伝搬時間ｔ１５１との差とは、一定（所定の範囲以内）ではない。

[0132] これは、反応容器１０２の変形や位置ずれがあることにより、音波伝搬路が変化するためである。つまり、伝搬時間ｔの変化により、反応容器１０２の変形や位置ずれの診断を実現することができる。

[0133] 図１６は、実施例１に記載するケース（Ｄ１）における音波の送信波形及び受信波形を説明する概略図である。

[0134] 図１６に示すように、受信周期Ｒが検出され、これと受信周期ＲＲとが比較される。

[0135] また、受信周期Ｒ－ＯＮ１６の長さが変化する場合もある。つまり、受信周期Ｒ－ＯＮ１６と受信周期Ｒ－ＯＦＦ１６との割合が変化する場合である。これは、健全時の振幅検出時間Ｒ－ＯＮと健全時の振幅不検出時間Ｒ－ＯＦＦとの割合と比較することにより、求まる。

[0136] 液量の増加によって、伝搬する音波が液面の揺れの影響を受ける時間の割

合が変化するため、送信周期Ｔ－ＯＮで伝搬する音波のうち、受信周期Ｒ－ＯＮ１６の長さ（振幅時間）が変化する。

[0137] 図１７は、実施例１に記載するケース（Ｄ２）における音波の送信波形及び受信波形を説明する概略図である。

[0138] 図１７に示すように、受信周期Ｒが検出され、これと受信周期ＲＲとが比較される。

[0139] また、受信周期Ｒ－ＯＮ１７０の長さが変化する場合もある。つまり、受信周期Ｒ－ＯＮ１７０と受信周期Ｒ－ＯＦＦ１７０との割合が変化する場合である。これは、健全時の振幅検出時間Ｒ－ＯＮと健全時の振幅不検出時間Ｒ－ＯＦＦとの割合と比較することにより、求まる。

[0140] 液量の減少によって、伝搬する音波が液面の揺れの影響を受ける時間の割合が変化するため、送信周期Ｔ－ＯＮで伝搬する音波のうち、受信周期Ｒ－ＯＮ１７０の長さ（振幅時間）が変化する。

[0141] また、液量の減少により、１周期分の受信波形が検出されない場合もある（図１７参照）。

[0142] 実施例１に記載する化学分析装置は、反応容器１０２の内部でサンプルと試薬とを音波により攪拌し、圧電素子から音波を発生する音波発生部２０１及び音波を検出する音波センサ２１３を有する攪拌機構１０９と、反応容器１０２内の検体２１１の吸光度を測定する測光機構１１０と、攪拌機構１０９と測光機構１１０と洗浄機構１１１とを制御するコントローラ１１２と、を有する。

[0143] そして、コントローラ１１２は、音波センサ２１３で検出された検出信号を処理する音波検出部４０４と、健全時情報を記憶する健全情報メモリ４０５と、音波検出部４０４から伝送された音波の振幅や音波の周波数と健全情報メモリ４０５に記憶される音波の振幅や音波の周波数とを比較する信号強度判定部４０２と、音波検出部４０４から伝送された音波の周期特性と健全情報メモリ４０５に記憶される音波の周期特性とを比較する繰返し周期判定部４０３と、信号強度判定部４０２における比較結果と繰返し周期判定部４

０３における比較結果とに基づいて、圧電素子の劣化及び反応容器１０２の健全性を判定する劣化判定部４０１と、を有する。

[0144] このように、実施例１によれば、特に、音波の周期特性も使用し、異常状態にある化学分析装置を、迅速に復旧することができ、圧電素子の劣化の診断のみならず、反応容器１０２の変形や位置ずれの診断及び反応容器１０２内の検体２１１の液量の健全性の診断を実現し、攪拌性能の信頼性を向上させることができる。

[0145] なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために、具体的に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を有するものに限定されるものではない。

符号の説明

[0146] １０１…反応ディスク、１０２…反応容器、１０３…サンプル用ターンテーブル、１０４…サンプルカップ、１０５…試薬ボトル、１０６…試薬用ターンテーブル、１０７…サンプル分注機構、１０８…試薬分注機構、１０９…攪拌機構、１１０…測光機構、１１１…洗浄機構、１１２…コントローラ、１１３…コンソール、１１４…恒温槽、２０１…音波発生部、２０２…音波反射部、２０４…恒温水、２０５…駆動ユニット、２０６…情報、２０７…セグメント、２１１…検体、２１３…音波センサ、２１４…信号ユニット、２１５…情報。

請求の範囲

[請求項1] 反応容器の内部で、サンプルと試薬とを音波により攪拌し、圧電素子で前記音波を発生し、前記音波を検出する音波センサを有する攪拌機構と、前記攪拌機構を制御するコントローラと、を有し、

前記コントローラは、前記音波センサで検出された検出信号を処理する音波検出部と、健全時情報を記憶する健全情報メモリと、前記音波検出部から伝送された音波の振幅や音波の周波数と前記健全情報メモリに記憶される音波の振幅や音波の周波数とを比較する信号強度判定部と、前記音波検出部から伝送された音波の周期特性と前記健全情報メモリに記憶される音波の周期特性とを比較する繰返し周期判定部と、を有することを特徴とする化学分析装置。

[請求項2] 請求項１に記載する化学分析装置であって、

前記信号強度判定部における比較結果と前記繰返し周期判定部における比較結果とに基づいて、前記圧電素子の劣化及び前記反応容器の健全性を判定する劣化判定部を有することを特徴とする化学分析装置。

[請求項3] 請求項２に記載する化学分析装置であって、

前記音波の周期特性が、前記音波の周期であることを特徴とする化学分析装置。

[請求項4] 請求項２に記載する化学分析装置であって、

前記音波の周期特性が、送信周期及び受信周期であることを特徴とする化学分析装置。

[請求項5] 請求項２に記載する化学分析装置であって、

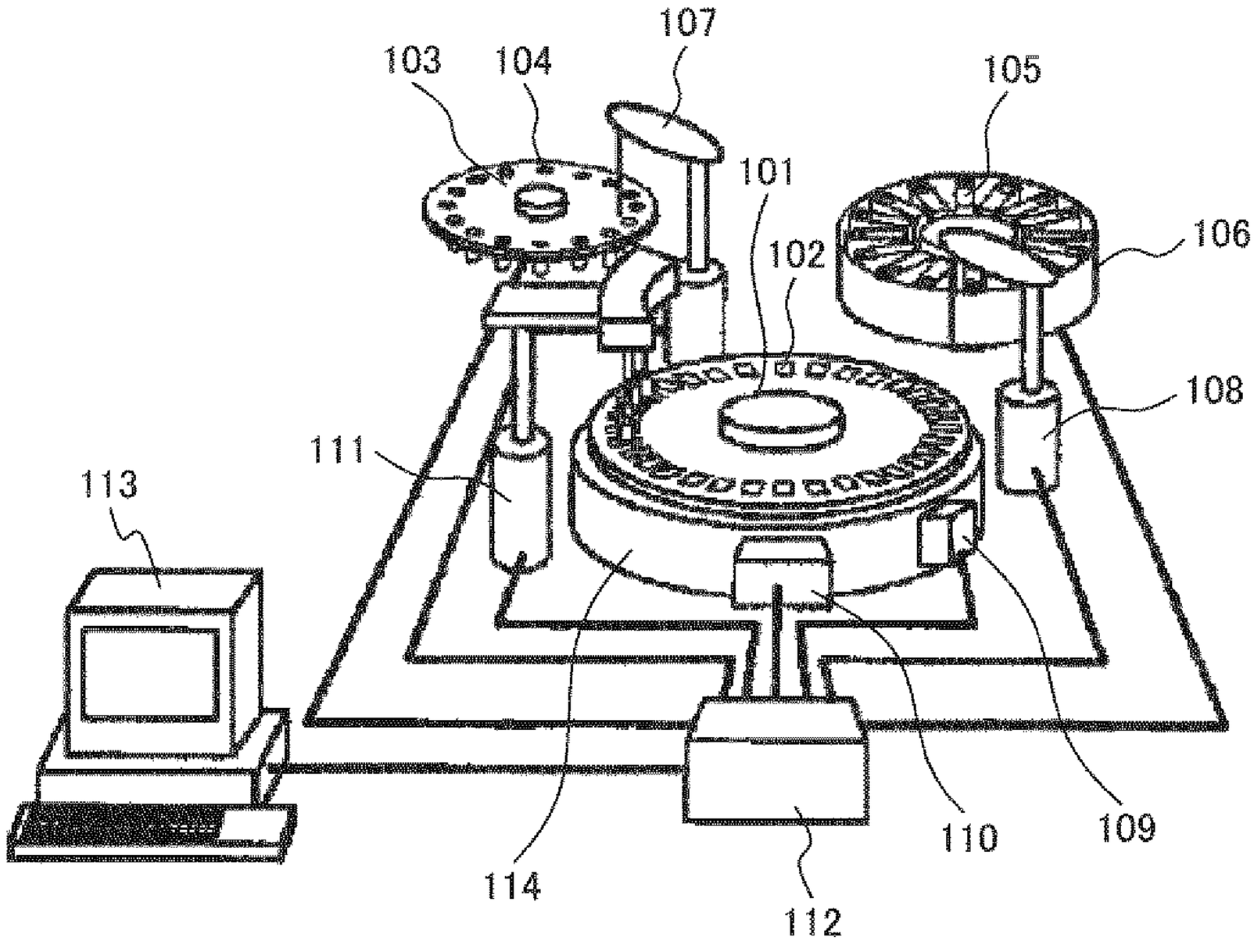
前記音波の周期特性が、受信波形の伝搬時間であることを特徴とする化学分析装置。

[請求項6] 請求項２に記載する化学分析装置であって、

前記音波の周期特性が、振幅検出時間と振幅不検出時間との割合であることを特徴とする化学分析装置。

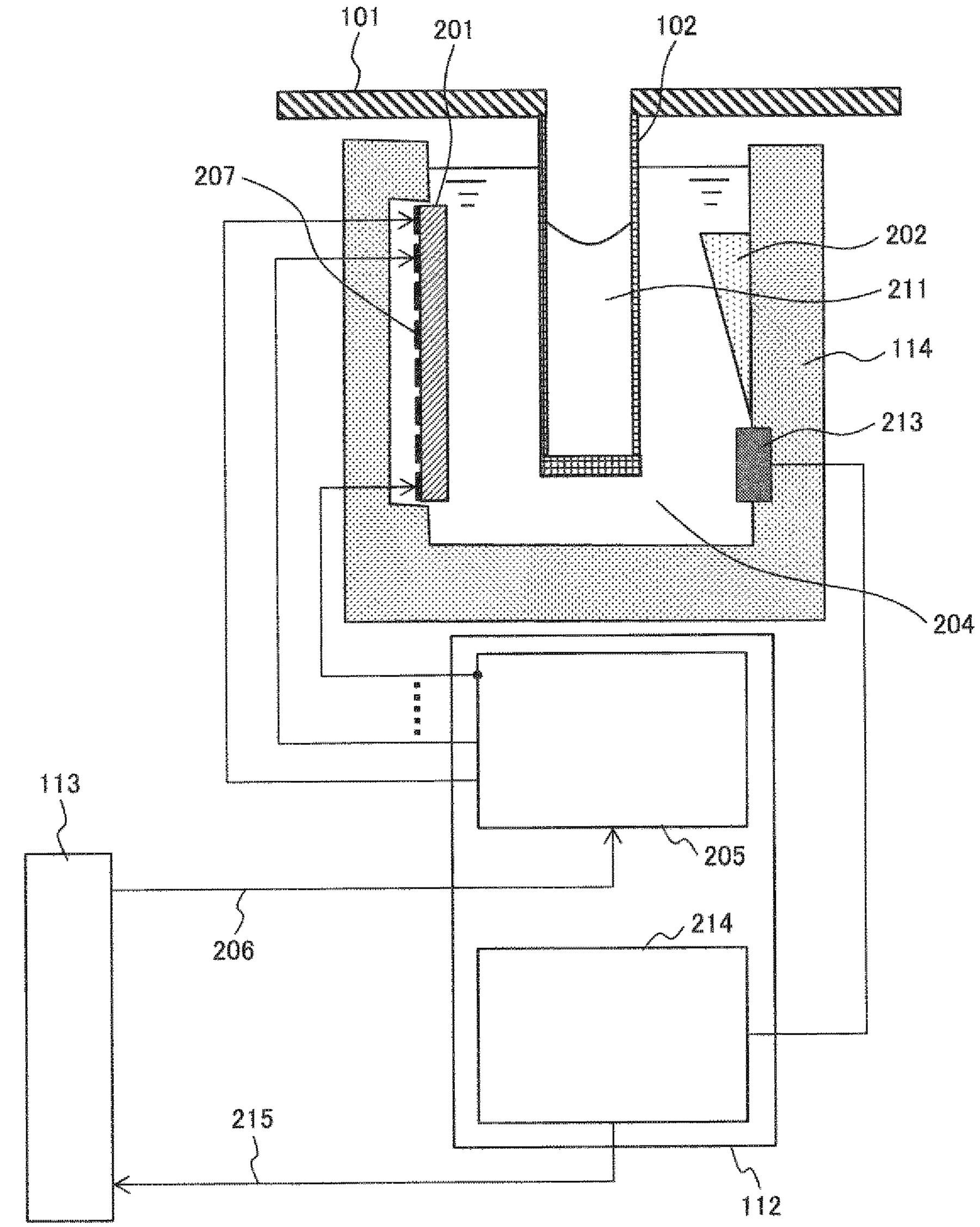
[図1]

図 1



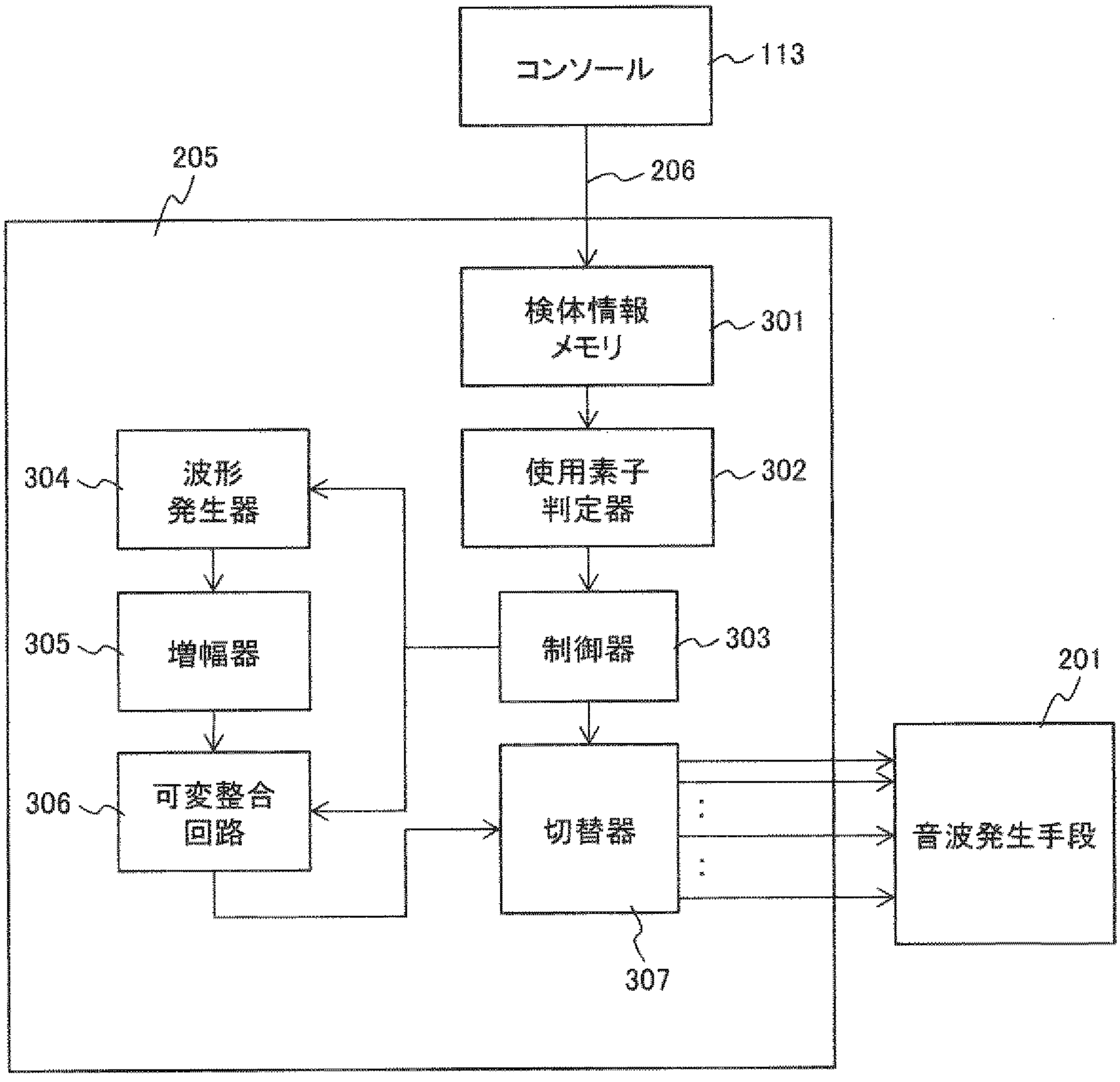
[図2]

図 2



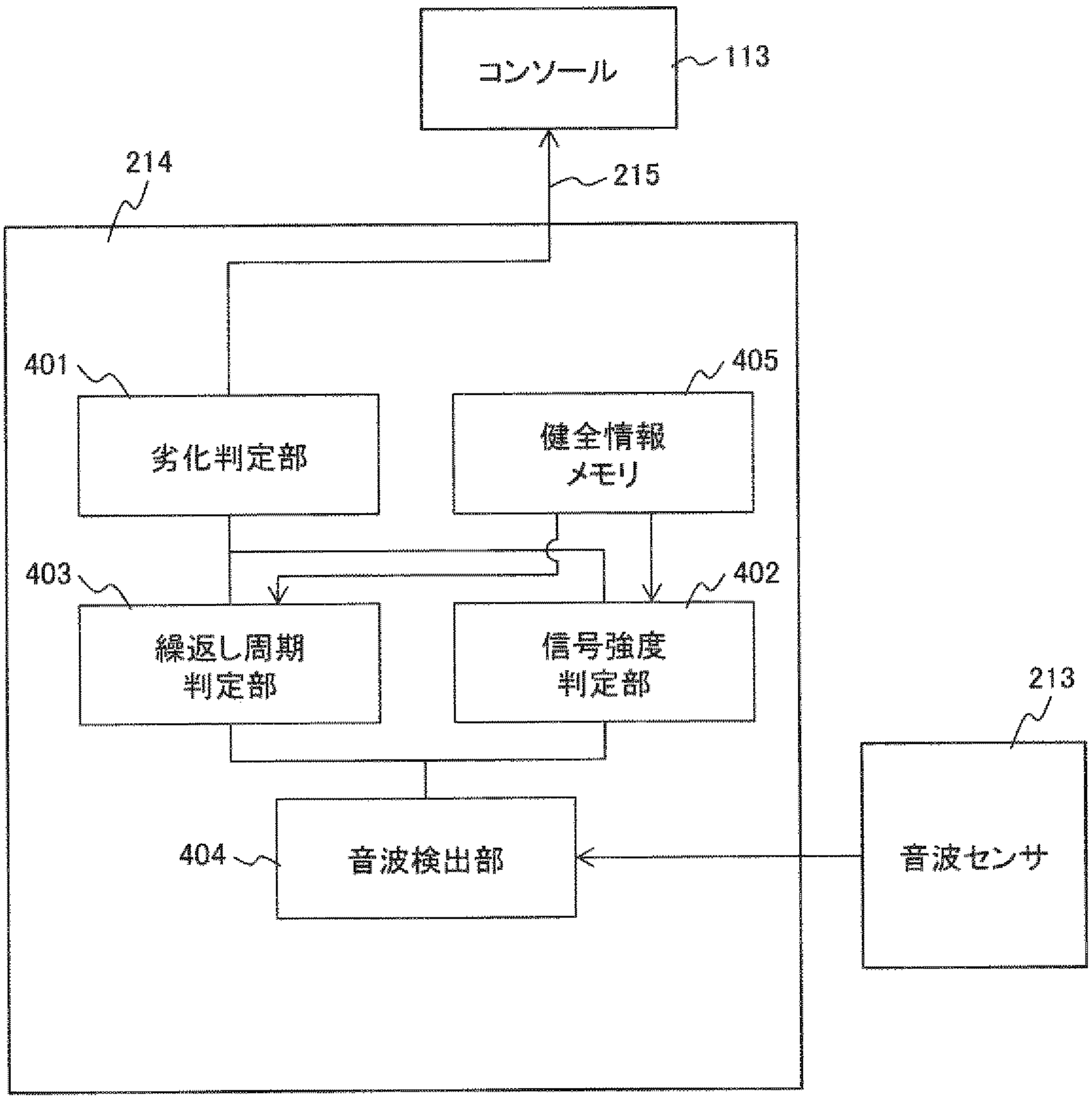
[図3]

図 3


コンソール
113
205
206
検体情報
メモリ
301
使用素子
判定器
302
304
波形
発生器
305
増幅器
制御器
303
306
可変整合
回路
切替器
307
201
音波発生手段

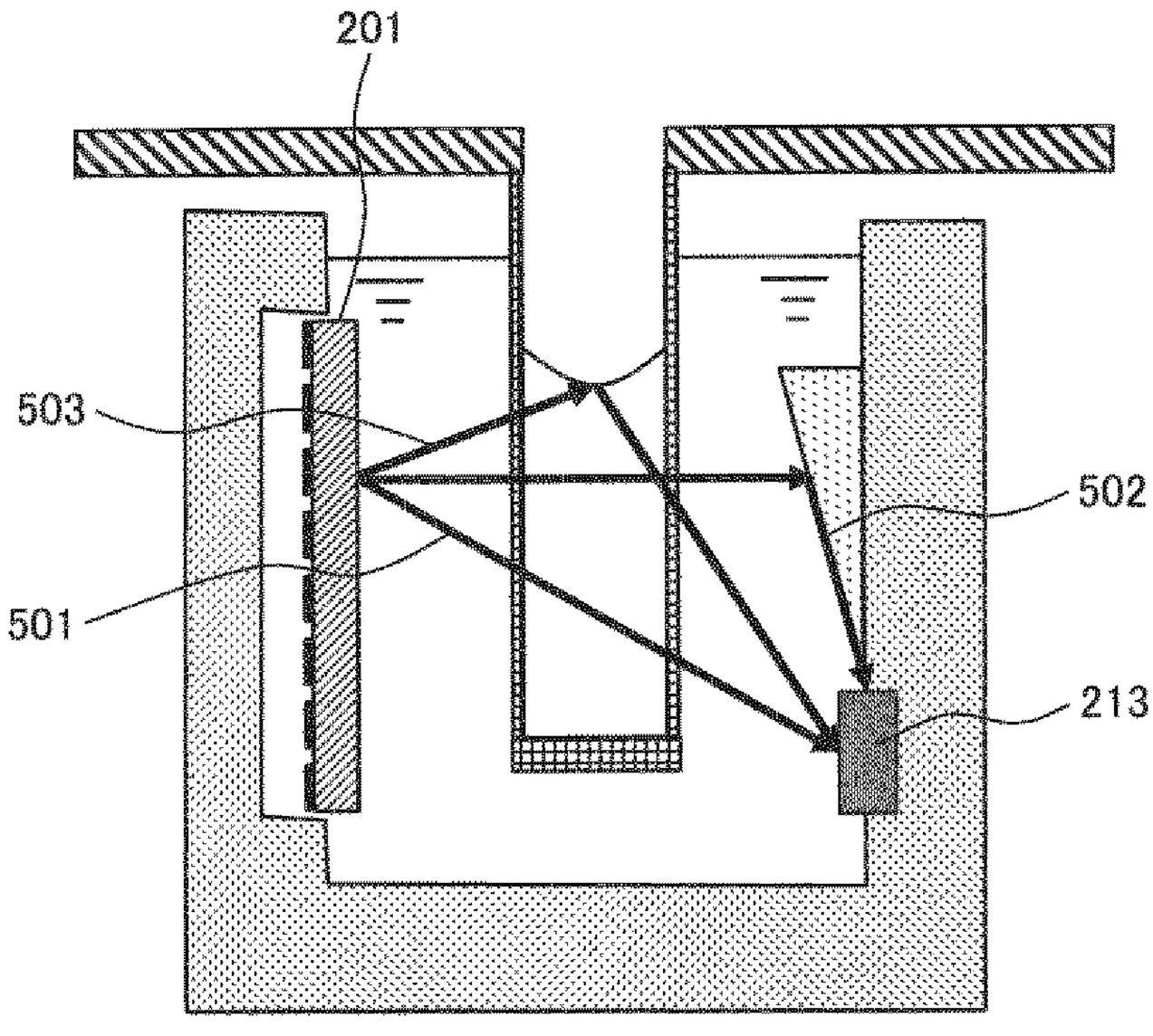
[図4]

図 4


コンソール
113
214
215
401
405
劣化判定部
健全情報
メモリ
403
402
繰返し周期
判定部
信号強度
判定部
213
404
音波検出部
音波センサ

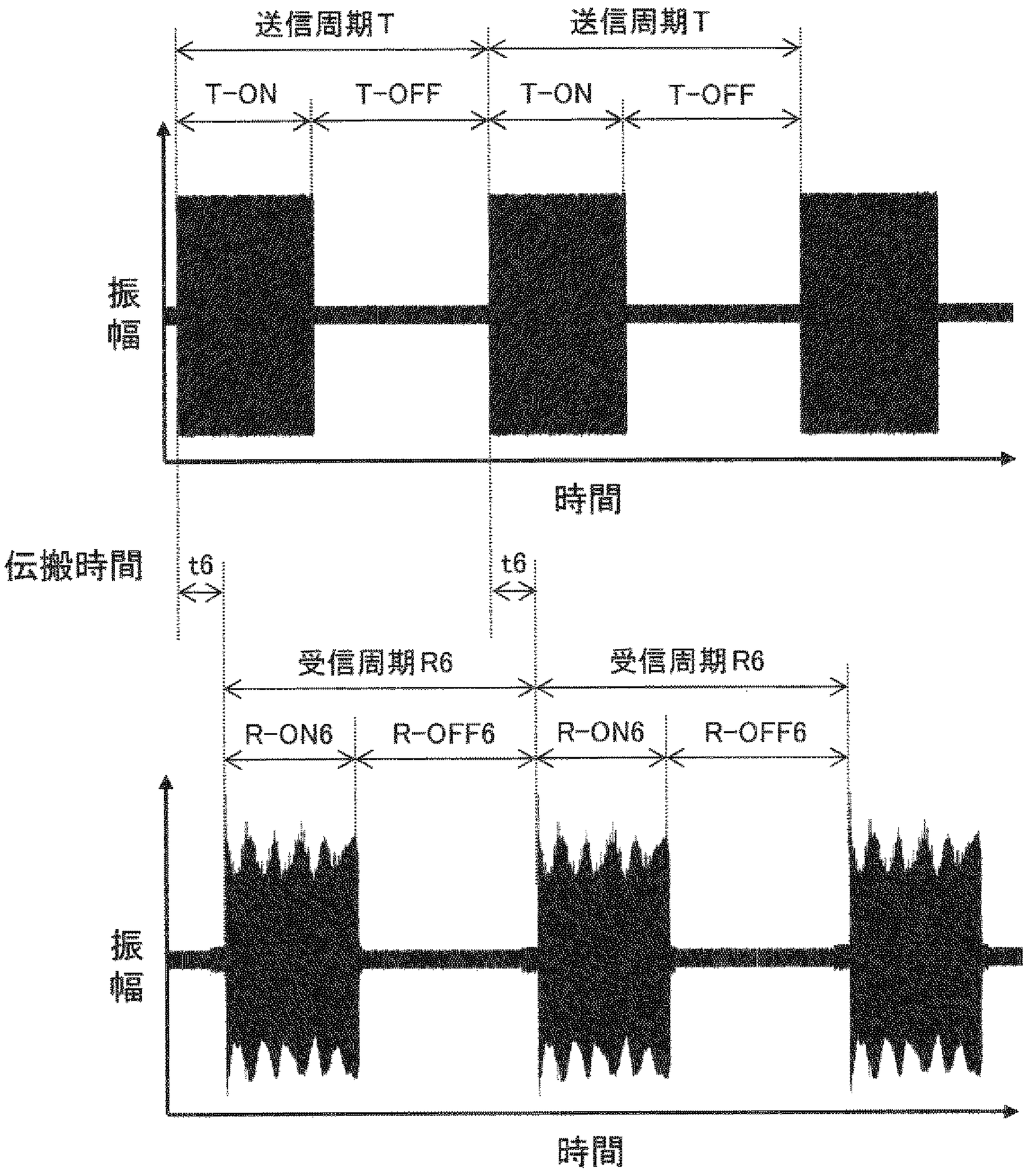
[図5]

図 5



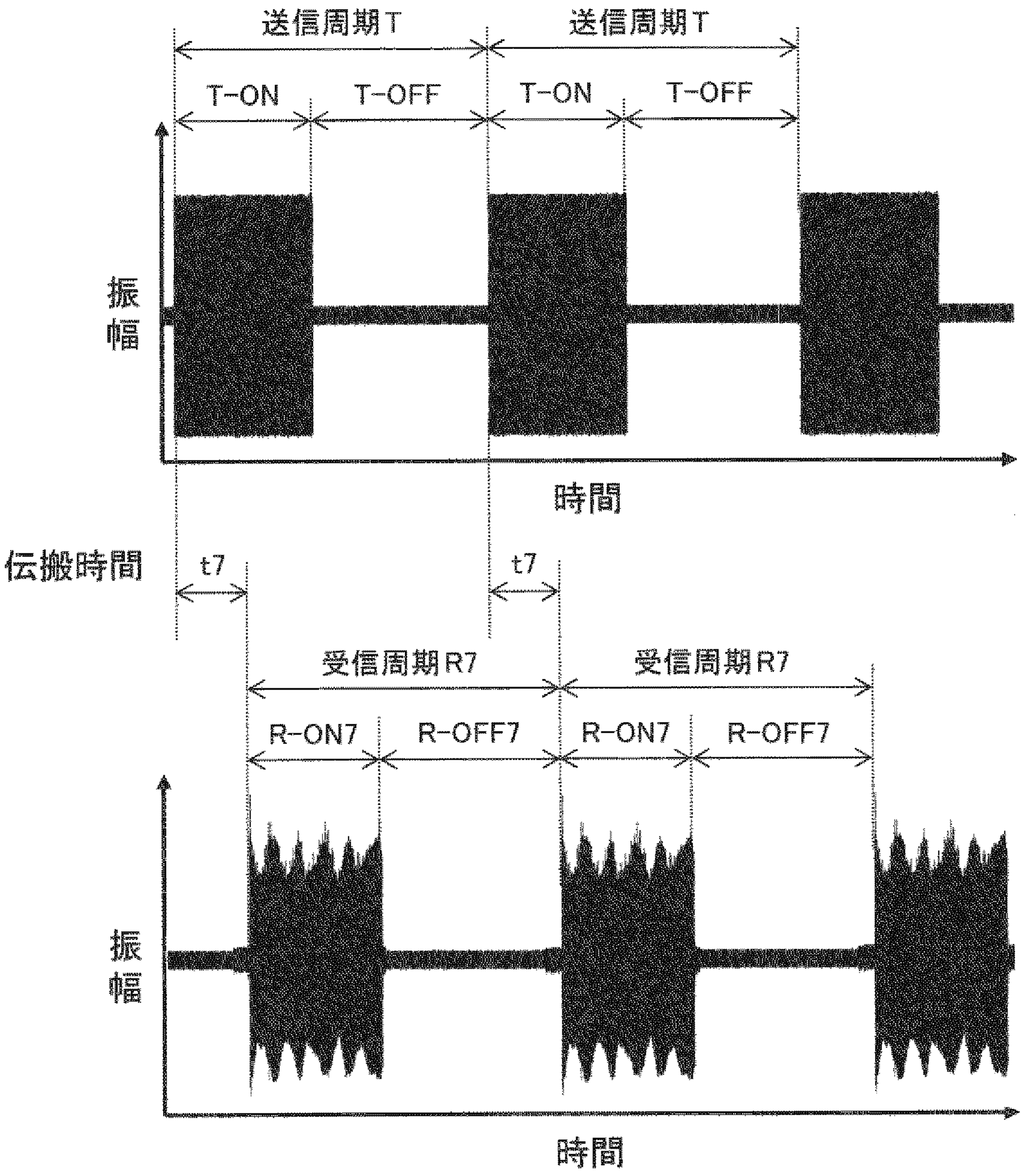
[図6]

図 6


送信周期T
送信周期T
T-ON
T-OFF
T-ON
T-OFF
振幅
時間
伝搬時間
t6
t6
受信周期R6
受信周期R6
R-ON6
R-OFF6
R-ON6
R-OFF6
振幅
時間

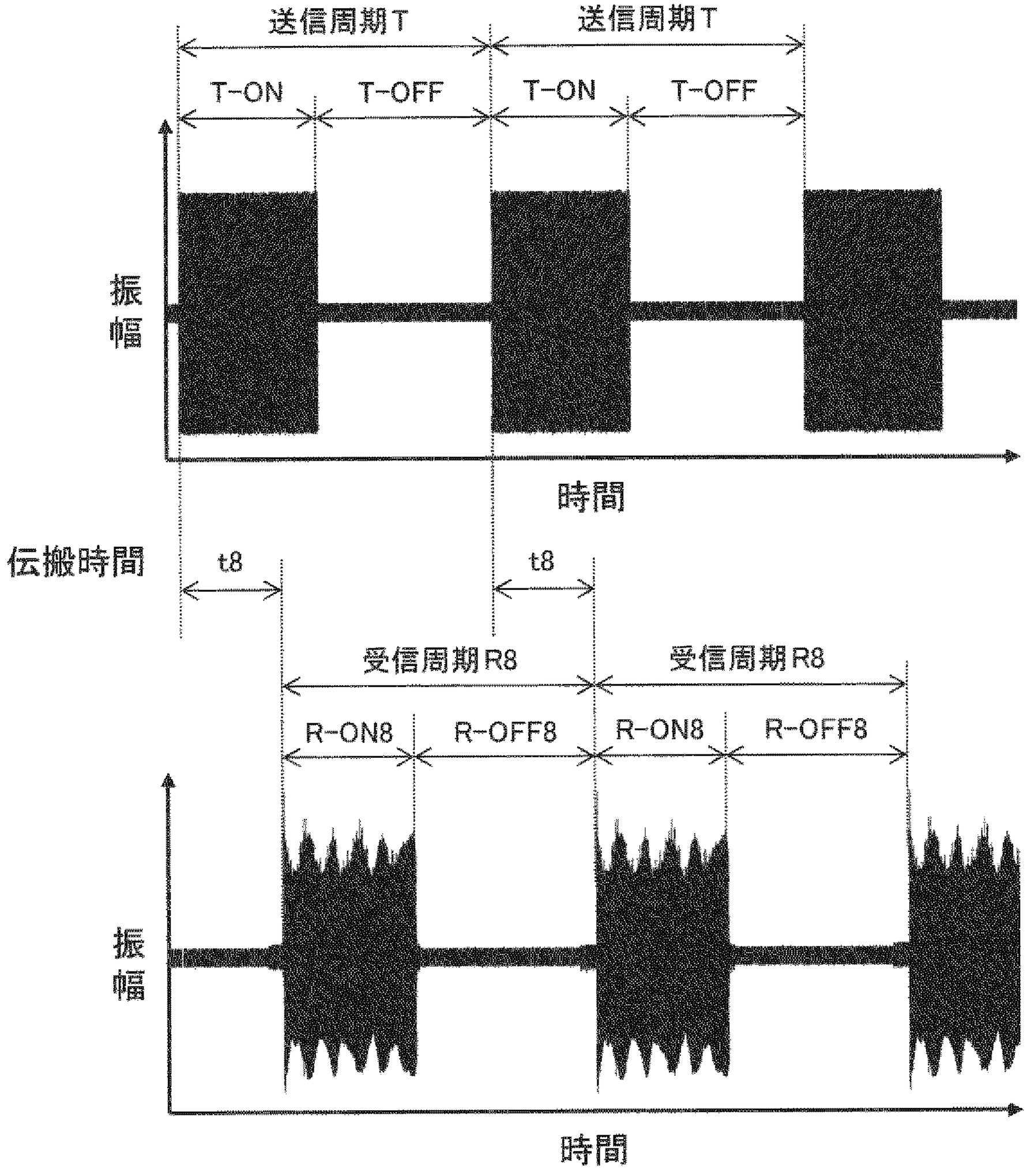
[図7]

図 7


送信周期T
送信周期T
T-ON
T-OFF
T-ON
T-OFF
振幅
時間
伝搬時間
t7
t7
受信周期R7
受信周期R7
R-ON7
R-OFF7
R-ON7
R-OFF7
振幅
時間

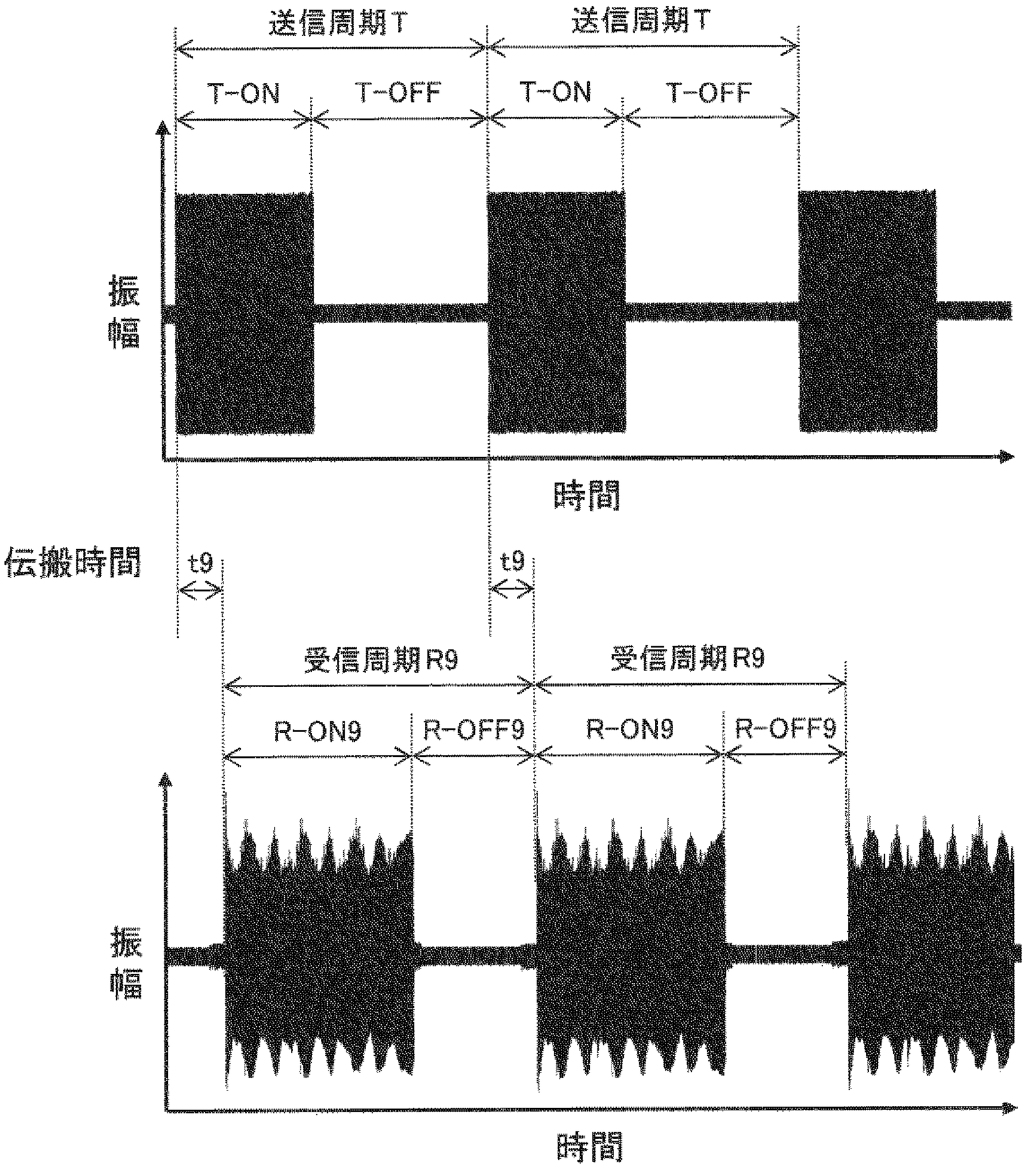
[図8]

図 8


送信周期T
送信周期T
T-ON
T-OFF
T-ON
T-OFF
振幅
時間
伝搬時間
t8
t8
受信周期R8
受信周期R8
R-ON8
R-OFF8
R-ON8
R-OFF8
振幅
時間

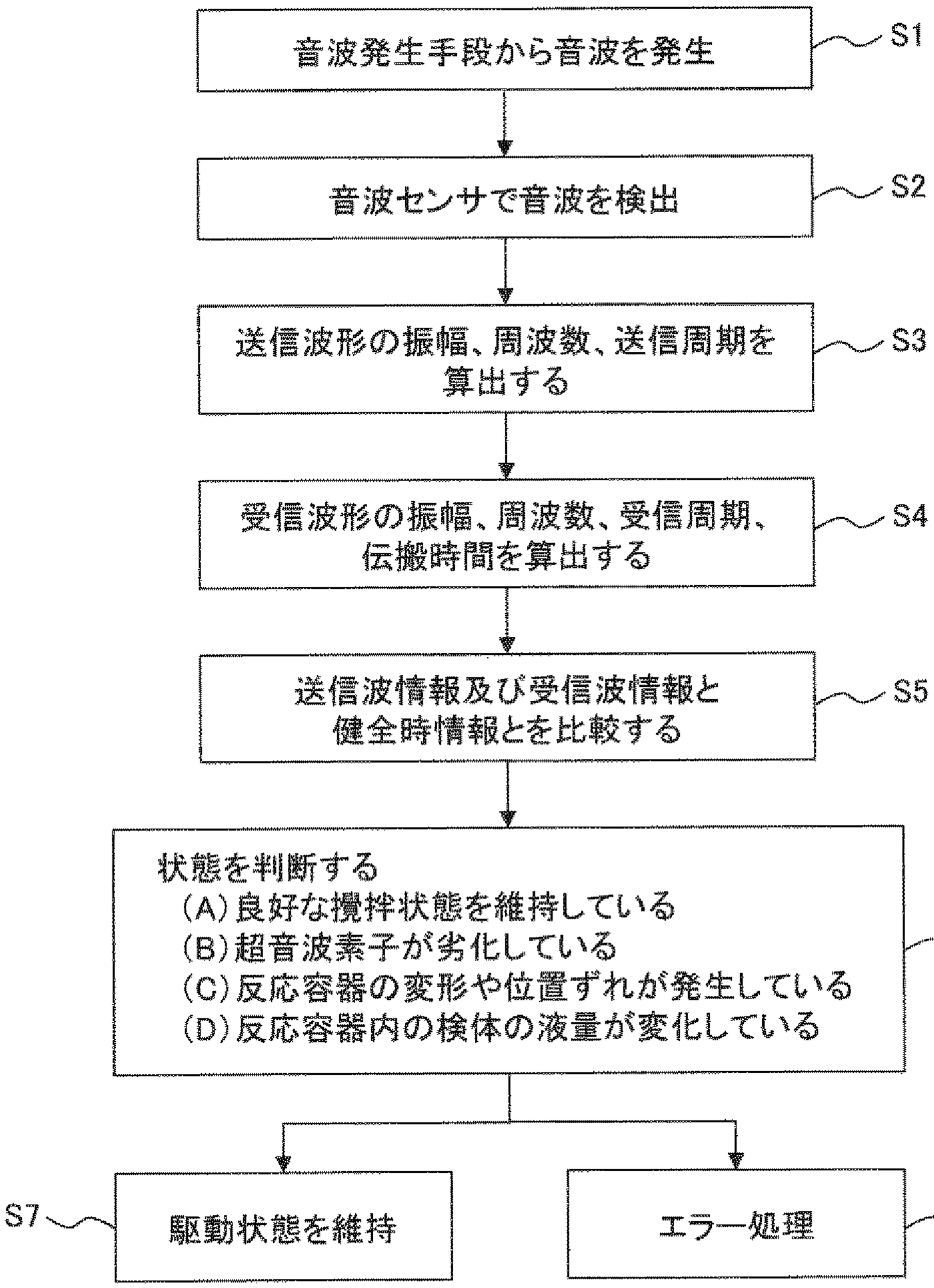
[図9]

図 9


送信周期T
送信周期T
T-ON
T-OFF
T-ON
T-OFF
振幅
時間
伝搬時間
t9
t9
受信周期R9
受信周期R9
R-ON9
R-OFF9
R-ON9
R-OFF9
振幅
時間

[図10]

図 10


音波発生手段から音波を発生
S1
音波センサで音波を検出
S2
送信波形の振幅、周波数、送信周期を算出する
S3
受信波形の振幅、周波数、受信周期、伝搬時間を算出する
S4
送信波情報及び受信波情報と健全時情報とを比較する
S5
状態を判断する
(A)良好な攪拌状態を維持している
(B)超音波素子が劣化している
(C)反応容器の変形や位置ずれが発生している
(D)反応容器内の検体の液量が変化している
S6
S7
駆動状態を維持
エラー処理
S8

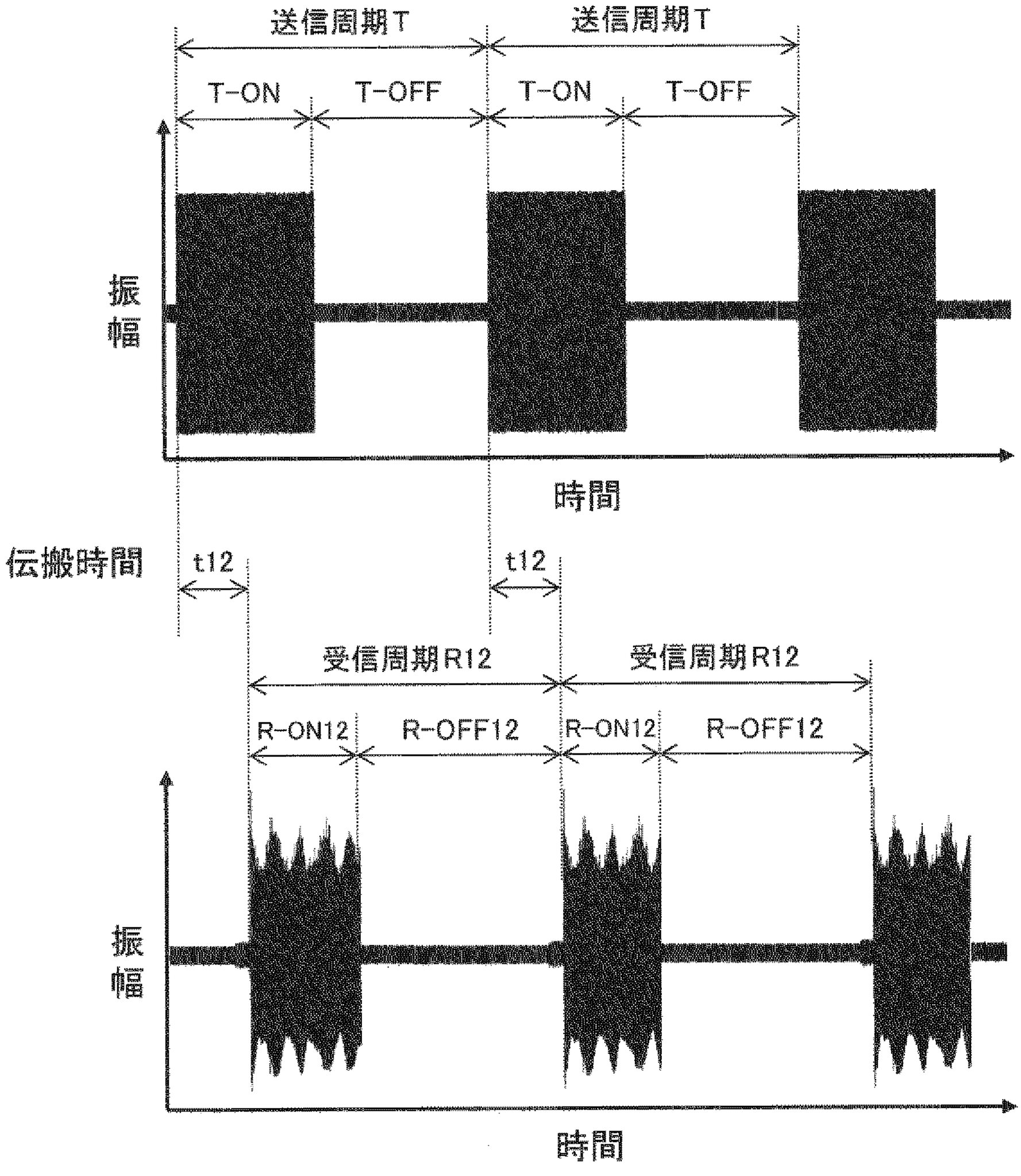
[図11]

図 11

攪拌状態			送信波情報比較	受信波情報比較	故障モード
健全	(A)	-	T=TT	R=RR	-
異常	(B1)	出力低下	T-A≠TT-A	-	圧電素子の劣化
	(B2)	周波数シフト	T-F≠TT-F	-	圧電素子の劣化
	(C)	伝搬時間の変化	-	t≠tt	反応容器の変形 位置ずれ
	(D1)	増加	-	R<RR	液量の増加
	(D2)	減少	-	R>RR	液量の減少

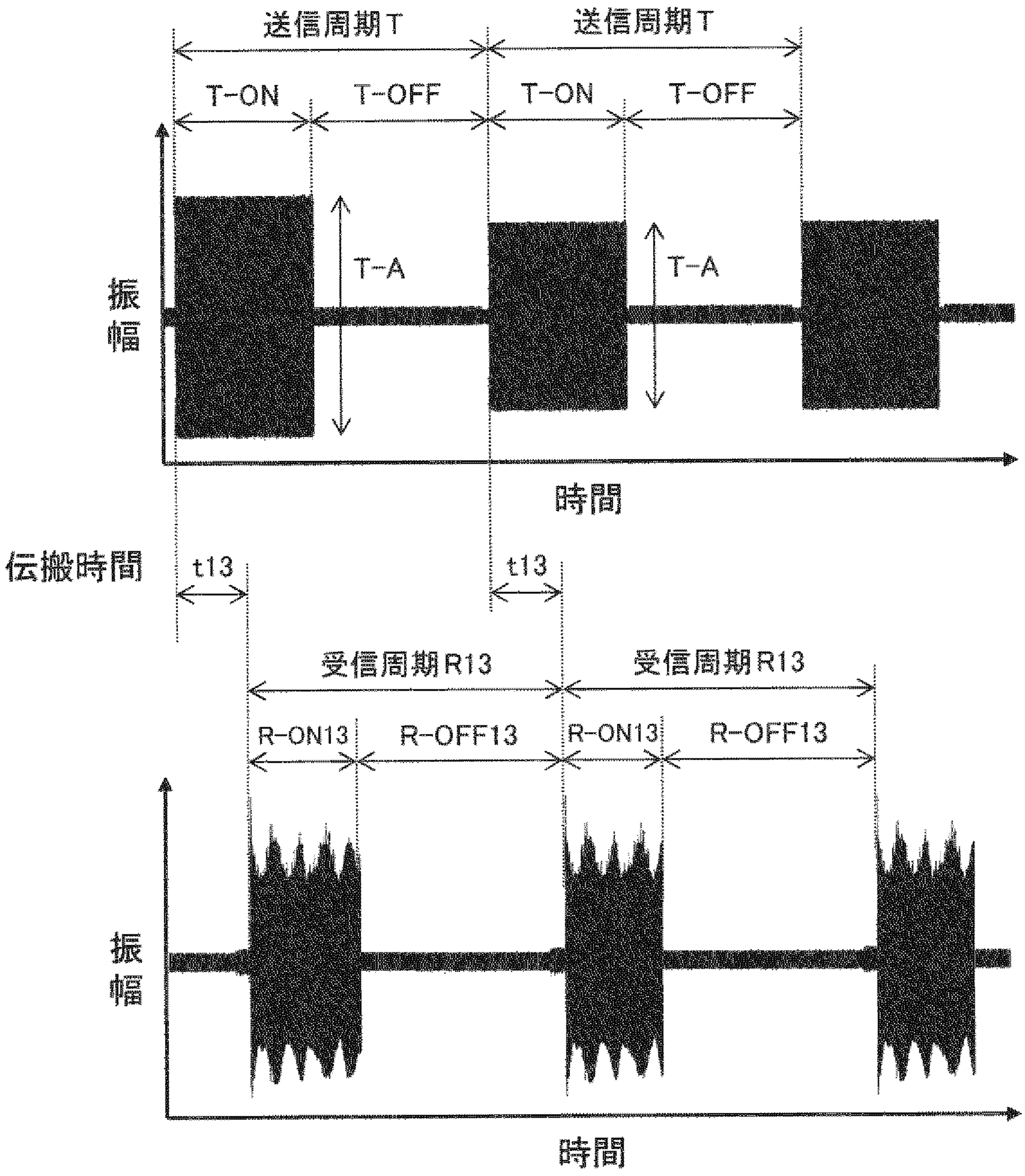
[図12]

図 12


送信周期T
送信周期T
T-ON
T-OFF
T-ON
T-OFF
振幅
時間
伝搬時間
t12
t12
受信周期R12
受信周期R12
R-ON12
R-OFF12
R-ON12
R-OFF12
振幅
時間

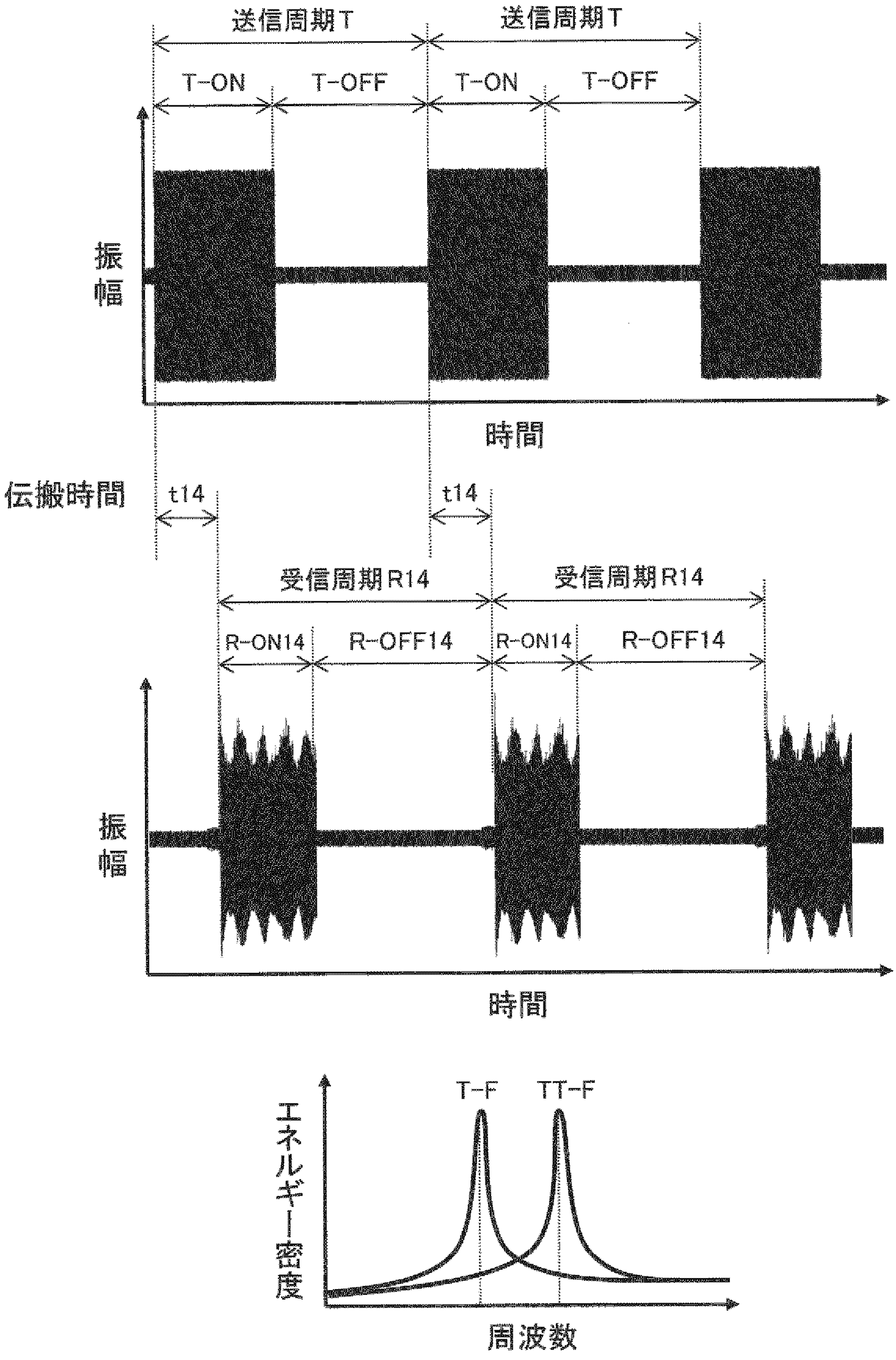
[図13]

図 13


送信周期T
送信周期T
T-ON
T-OFF
T-ON
T-OFF
T-A
T-A
振幅
時間
伝搬時間
t13
t13
受信周期R13
受信周期R13
R-ON13
R-OFF13
R-ON13
R-OFF13
振幅
時間

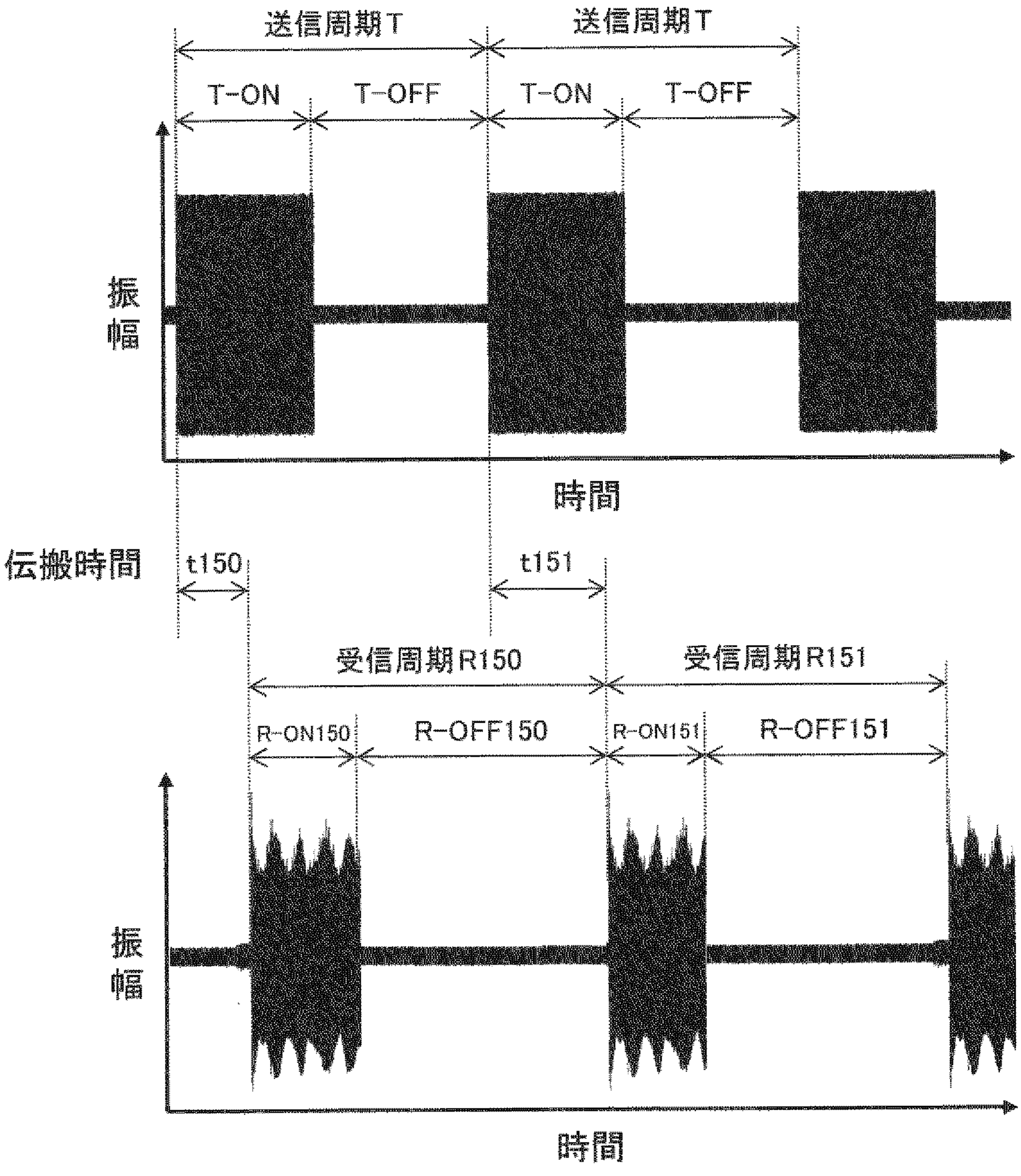
[図14]

図 14


送信周期T
送信周期T
T-ON
T-OFF
T-ON
T-OFF
振幅
時間
伝搬時間
t14
t14
受信周期R14
受信周期R14
R-ON14
R-OFF14
R-ON14
R-OFF14
振幅
時間
エネルギー密度
T-F
TT-F
周波数

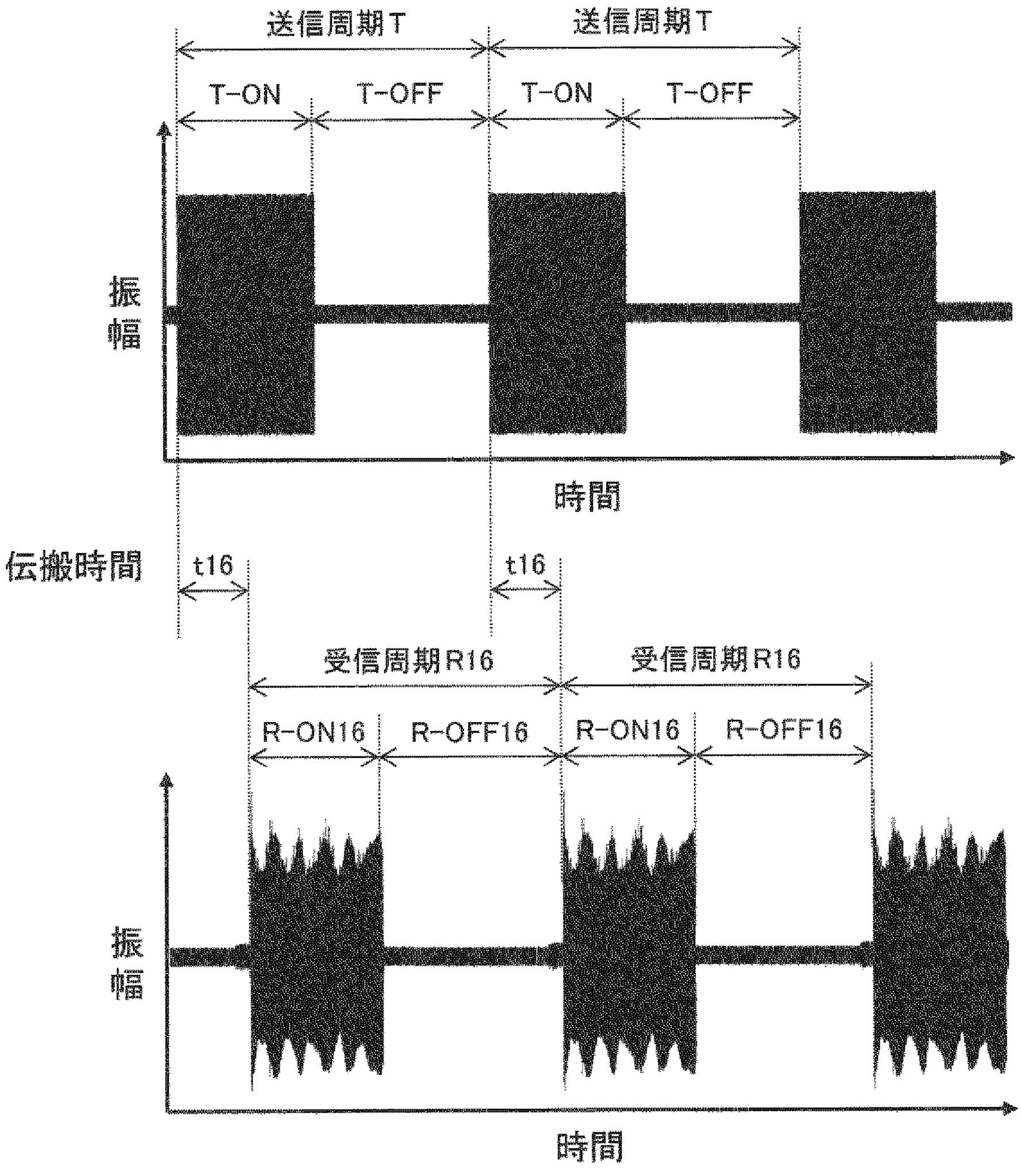
[図15]

図 15


送信周期T
送信周期T
T-ON
T-OFF
T-ON
T-OFF
振幅
時間
伝搬時間
t150
t151
受信周期R150
受信周期R151
R-ON150
R-OFF150
R-ON151
R-OFF151
振幅
時間

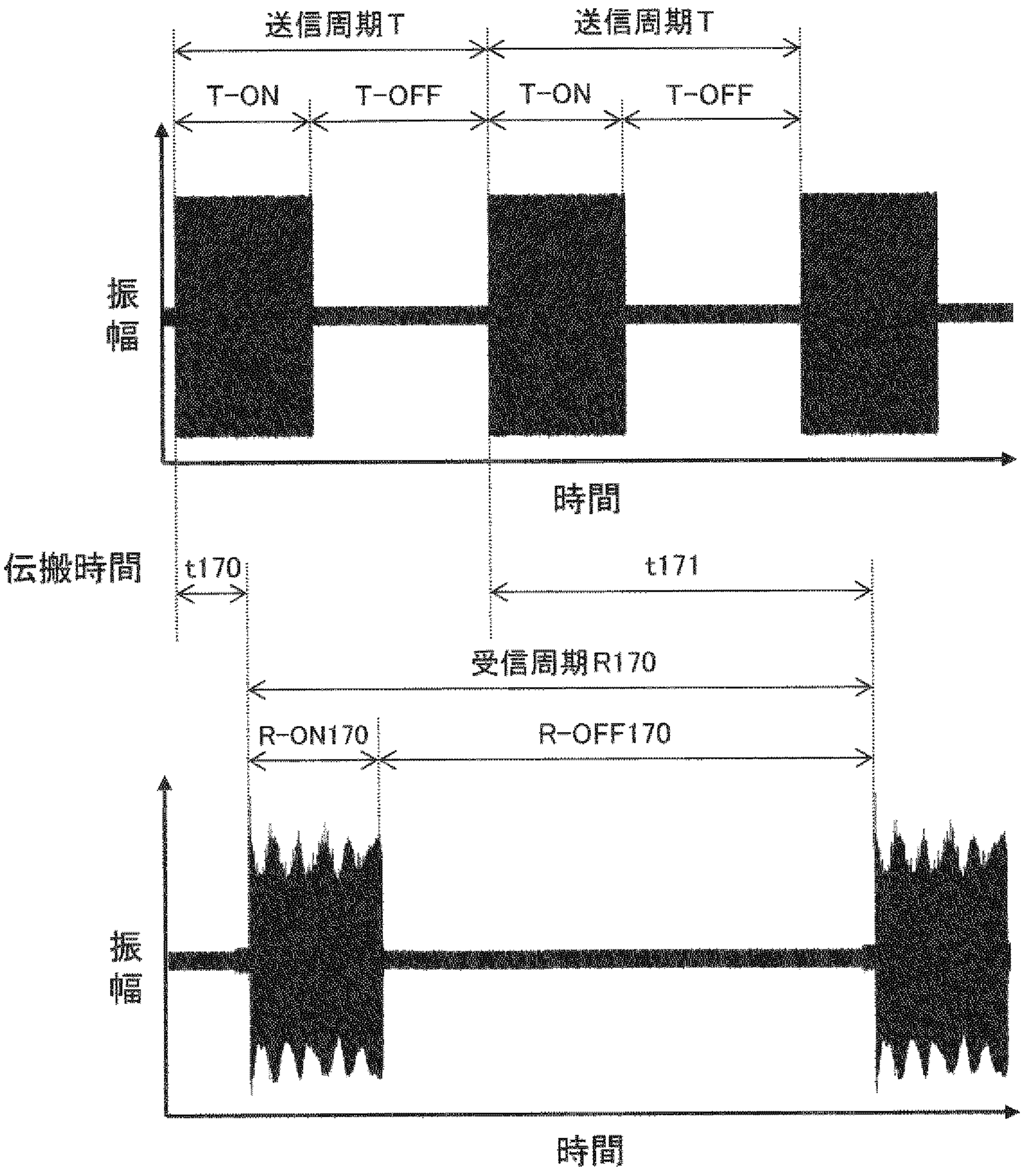
[図16]

図 16


送信周期T
送信周期T
T-ON
T-OFF
T-ON
T-OFF
振幅
時間
伝搬時間
t16
t16
受信周期R16
受信周期R16
R-ON16
R-OFF16
R-ON16
R-OFF16
振幅
時間

[図17]

図 17


送信周期T
送信周期T
T-ON
T-OFF
T-ON
T-OFF
振幅
時間
伝搬時間
t170
t171
受信周期R170
R-ON170
R-OFF170
振幅
時間

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/041344

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G01N35/00(2006.01)i, G01N35/02(2006.01)i
FI: G01N35/02D, G01N35/00F

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. G01N35/00, G01N35/02

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-188070 A (HITACHI, LTD.) 10 July 2001 (2001-07-10), entire text, all drawings	1-6
A	JP 2008-020197 A (OLYMPUS CORPORATION) 31 January 2008 (2008-01-31), entire text, all drawings	1-6
A	WO 2009/011314 A1 (OLYMPUS CORPORATION) 22 January 2009 (2009-01-22), entire text, all drawings	1-6
A	JP 2016-045026 A (TOSHIBA CORPORATION) 04 April 2016 (2016-04-04), entire text, all drawings	1-6
A	JP 2008-268079 A (OLYMPUS CORPORATION) 06 November 2008 (2008-11-06), entire text, all drawings	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
07 January 2021	19 January 2021
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

JP 2001-188070 A	10 July 2001	(Family: none)
JP 2008-020197 A	31 January 2008	US 2009/0120188 A1 entire text, all drawings WO 2008/007591 A1
WO 2009/011314 A1	22 January 2009	US 2010/0112704 A1 entire text, all drawings EP 2172779 A1 CN 101755213 A
JP 2016-045026 A	04 April 2016	(Family: none)
JP 2008-268079 A	06 November 2008	(Family: none)

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/041344

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01N 35/00(2006.01)i; G01N 35/02(2006.01)i
FI: G01N35/02 D; G01N35/00 F

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））

G01N35/00; G01N35/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2001-188070 A (株式会社日立製作所) 10.07.2001 (2001-07-10) 全文,全図	1-6
A	JP 2008-020197 A (オリンパス株式会社) 31.01.2008 (2008-01-31) 全文,全図	1-6
A	WO 2009/011314 A1 (オリンパス株式会社) 22.01.2009 (2009-01-22) 全文,全図	1-6
A	JP 2016-045026 A (株式会社東芝) 04.04.2016 (2016-04-04) 全文,全図	1-6
A	JP 2008-268079 A (オリンパス株式会社) 06.11.2008 (2008-11-06) 全文,全図	1-6

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

*　引用文献のカテゴリー
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
"&" 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
07.01.2021	19.01.2021

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

権限のある職員（特許庁審査官）
相川　俊 2J 1130

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/041344

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2001-188070 A	10.07.2001	（ファミリーなし）	
JP 2008-020197 A	31.01.2008	US 2009/0120188 A1 全文,全図 WO 2008/007591 A1	
WO 2009/011314 A1	22.01.2009	US 2010/0112704 A1 全文,全図 EP 2172779 A1 CN 101755213 A	
JP 2016-045026 A	04.04.2016	（ファミリーなし）	
JP 2008-268079 A	06.11.2008	（ファミリーなし）	