

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-65836

(P2016-65836A)

(43) 公開日 平成28年4月28日(2016.4.28)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
GO 1 S 7/52	(2006.01)	GO 1 S 7/52	U	5 J 0 8 3
GO 1 S 15/87	(2006.01)	GO 1 S 15/87		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2014-196024 (P2014-196024)
 (22) 出願日 平成26年9月26日 (2014.9.26)

(71) 出願人 00005049
 シャープ株式会社
 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
 (74) 代理人 100153110
 弁理士 岡田 宏之
 (74) 代理人 100131037
 弁理士 坪井 健児
 (74) 代理人 100099069
 弁理士 佐野 健一郎
 (72) 発明者 黒田 達朗
 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
 シャープ株式会社内
 Fターム(参考) 5J083 AA02 AB13 AB20 AC16 AC27
 AC29 AD04 AF05 AF14 AG01
 BA01 CA15

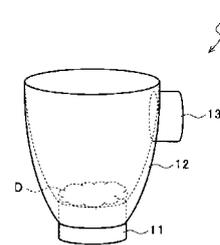
(54) 【発明の名称】 超音波検知装置

(57) 【要約】

【課題】 反射型の超音波センサでの検知結果が、超音波送信面に付着物が存在しない状態で検知された結果である場合に、そのことを保証することが可能な超音波検知装置を提供する。

【解決手段】 本発明に係る超音波検知装置1は、超音波を送信する送信部及びその超音波を受信する第1受信部を有する反射型の超音波センサ11と、上記送信部における超音波送信面の近傍に診断用超音波センサ13と、備える。診断用超音波センサ13は、上記超音波送信面から送信された超音波を受信する第2受信部を有し、上記第2受信部での受信結果に基づき上記超音波送信面に付着した付着物Dの有無を検知する。

【選択図】 図1B



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波を送信する送信部及び該超音波を受信する第 1 受信部を有する反射型の超音波センサを備えた超音波検知装置であって、

前記送信部における超音波送信面の近傍に診断用超音波センサを、さらに備え、

前記診断用超音波センサは、前記超音波送信面から送信された超音波を受信する第 2 受信部を有し、該第 2 受信部での受信結果に基づき前記超音波送信面に付着した付着物の有無を検知することを特徴とする超音波検知装置。

【請求項 2】

前記診断用超音波センサは、前記超音波送信面から送信された超音波を受信する受信面が前記超音波送信面に対してほぼ垂直になるように配設されていることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波検知装置。 10

【請求項 3】

前記第 1 受信部の超音波受信面は、前記超音波送信面と共通の面であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の超音波検知装置。

【請求項 4】

前記超音波センサに取り付けられたホーンをさらに備え、

前記診断用超音波センサの受信面は、前記ホーンに取り付けられていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の超音波検知装置。 20

【請求項 5】

前記超音波センサに取り付けられたホーンと、

該ホーンの内周面又は外周面を周回し、前記超音波送信面からの超音波の振動を前記診断用超音波センサの受信面に伝達させる振動伝達体と、
をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の超音波検知装置。

【請求項 6】

前記超音波センサに取り付けられたホーンをさらに備え、

該ホーンは内周面の一部に窪みを有し、

前記診断用超音波センサは、前記診断用超音波センサの受信面が前記窪みに位置し前記内周面側を向くように取り付けられていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の超音波検知装置。 30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、超音波センサを備えた超音波検知装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来から、距離測定や障害物検知などのために超音波センサが利用されている。しかし、超音波センサは、超音波の送信面や受信面（兼用の場合もある）に埃やゴミなどの付着物が溜まると、距離測定や障害物検知が不能になる。特に、屋外用の超音波センサは、送信面や受信面に泥や雪などの吸音体が付着する場合もある。 40

【0003】

また、超音波センサの診断を行う技術も様々提案されている。特許文献 1 には、超音波センサを備えた移動ロボットにおいて、超音波センサの送信部から送信された超音波の残響を受信部で受信し、その残響のレベルが設定値以下の場合に、送信部又は受信部が異常であると判定する技術が開示されている。この技術により、移動ロボット本体を使用しない間に超音波センサにゴミが溜まり、それによって超音波センサの送信部又は受信部が誤動作していることを判定できる。

【0004】

特許文献2には、車両用障害物検知装置において、周囲環境温度が低くないと判定された場合に、残響振動の継続時間が超音波振動子の故障状態を表すか否かを判定し、周囲環境温度が低いと判定された場合に、残響振動の継続時間が振動面の凍結状態を表すか否かを判定する技術が開示されている。

【0005】

特許文献3には、障害物センサとしての超音波センサを移動体の複数個所に設け、これら障害物センサの信号の送受信により移動体の周辺に存在する障害物を検知するシステムが開示されている。このシステムでは、各障害物センサを複数組に分けて組毎に異なるタイミングで動作させると共に、各障害物センサのそれぞれについて、送信部から送信され、受信部に直接廻り込む超音波信号の検出有無を判断し、検出有の障害物センサを正常として認識し、検出無しの障害物センサを異常として認識するようにしている。

10

【0006】

特許文献4には、プローブから被検体に超音波を送り、プローブが戻りのエコー信号を受信して被検体を診断する超音波診断装置において、プローブ等のハードウェア要素の休止中に送受信テストによる自己診断を行い、ハードウェア要素の故障や異常を検出する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平7-327895号公報

20

【特許文献2】特開2002-71805号公報

【特許文献3】特開2010-210412号公報

【特許文献4】特開2010-193958号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上述のように、超音波センサは、超音波の送信面や受信面に付着物があると距離測定や障害物検知が不可能になる。そのため、超音波センサは、衝突検知用途などの安全確認用のセンサとして使用する場合には、その検知結果の信頼性が欠如してしまうことになる。

【0009】

30

より具体的に説明すると、超音波センサでは、超音波を発振してから返ってくるまでの時間と音速から距離を求めることができる。そして、障害物検知用の超音波センサでは、超音波が返ってきた場合にはその超音波センサで検知できる範囲内に障害物が存在し、超音波が返ってこなかった場合にはその範囲内に障害物が存在しないと判定する。

【0010】

従って、このような超音波センサでは、送信面上の付着物（堆積物）により結果的に超音波が発振されなかった場合や返ってきた超音波が付着物に吸収されてしまった場合にも、超音波が返ってきていないことが分かるだけであるため、障害物無しと判定することになる。このような判定は、特に送信面や受信面に泥や雪などの吸音体が付着している場合に生じ得る。そして、このような判定を行ってしまい、その判定結果を元に例えば移動ロボットなどが移動をしてしまうと、障害物との衝突の危険が生じることになる。

40

【0011】

しかしながら、特許文献1～4に記載の超音波センサでは、異常（故障）の検知をその超音波センサの受信部が行っているため、検知結果の信頼性を向上させることができるとは言えない。特に、例えば移動ロボットや自動車などの移動体に設けた超音波センサは、走行前に付着していなかった吸音体が走行中に付着してしまった場合を考慮すると、その検知結果が信頼できるものとは言えず、安全確認用のセンサとして信頼性に欠けることになる。

【0012】

本発明は、上述のような実状に鑑みてなされたものであり、その目的は、反射型の超音

50

波センサでの検知結果が、超音波送信面に付着物が存在しない状態で検知された結果である場合に、そのことを保証することが可能な超音波検知装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記の課題を解決するために、本発明の第1の技術手段は、超音波を送信する送信部及び該超音波を受信する第1受信部を有する反射型の超音波センサを備えた超音波検知装置であって、前記送信部における超音波送信面の近傍に診断用超音波センサを、さらに備え、前記診断用超音波センサは、前記超音波送信面から送信された超音波を受信する第2受信部を有し、該第2受信部での受信結果に基づき前記超音波送信面に付着した付着物の有無を検知することを特徴としたものである。

10

【0014】

本発明の第2の技術手段は、第1の技術手段において、前記診断用超音波センサは、前記超音波送信面から送信された超音波を受信する受信面が前記超音波送信面に対してほぼ垂直になるように配設されていることを特徴としたものである。

【0015】

本発明の第3の技術手段は、第1又は第2の技術手段において、前記第1受信部の超音波受信面は、前記超音波送信面と共通の面であることを特徴としたものである。

【0016】

本発明の第4の技術手段は、第1～第3のいずれか1の技術手段において、前記超音波センサに取り付けられたホーンをさらに備え、前記診断用超音波センサの受信面は、前記ホーンに取り付けられていることを特徴としたものである。

20

【0017】

本発明の第5の技術手段は、第1～第3のいずれか1の技術手段において、前記超音波センサに取り付けられたホーンと、該ホーンの内周面又は外周面を周回し、前記超音波送信面からの超音波の振動を前記診断用超音波センサの受信面に伝達させる振動伝達体と、をさらに備えたことを特徴としたものである。

【0018】

本発明の第6の技術手段は、第1～第3のいずれか1の技術手段において、前記超音波センサに取り付けられたホーンをさらに備え、該ホーンは内周面の一部に窪みを有し、前記診断用超音波センサは、前記診断用超音波センサの受信面が前記窪みに位置し前記内周面側を向くように取り付けられていることを特徴としたものである。

30

【発明の効果】

【0019】

本発明に係る超音波検知装置によれば、反射型の超音波センサでの検知結果が、超音波送信面に付着物が存在しない状態で検知された結果である場合に、そのことを保証することができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1A】本発明の第1の実施形態に係る超音波検知装置の一構成例を示す概略図である。

40

【図1B】図1Aの超音波検知装置の送信面に付着物が付着した様子を示す図である。

【図2A】図1Aの超音波検知装置の一構成例を示すブロック図である。

【図2B】図2Aの超音波検知装置の回路構成例を示す図である。

【図3A】図2Bの超音波検知装置における正常動作時の処理例を説明するための図である。

【図3B】図2Bの超音波検知装置における異常動作時の処理例を説明するための図である。

【図4A】図1Aの超音波検知装置の他の構成例を示すブロック図である。

【図4B】図4Aの超音波検知装置の回路構成例を示す図である。

【図5A】図4Bの超音波検知装置における正常動作時の処理例を説明するための図であ

50

る。

【図 5 B】図 4 B の超音波検知装置における異常動作時の処理例を説明するための図である。

【図 6 A】本発明の第 2 の実施形態に係る超音波検知装置の一構成例を示す概略図である。

【図 6 B】図 6 A の超音波検知装置の送信面に付着物が付着した様子を示す図である。

【図 7】本発明の第 3 の実施形態に係る超音波検知装置の一構成例を示す概略断面図である。

【図 8】本発明の第 4 の実施形態に係る超音波検知装置における処理例を説明するための図である。

10

【図 9】本発明の第 5 の実施形態に係る超音波検知装置における処理例を説明するための図である。

【図 10 A】本発明に関連する第 6 の実施形態に係る超音波検知装置の一構成例を示すブロック図である。

【図 10 B】図 10 A の超音波検知装置の回路構成例を示す図である。

【図 11 A】図 10 B の超音波検知装置における正常動作時の処理例を説明するための図である。

【図 11 B】図 10 B の超音波検知装置における異常動作時の処理例を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0021】

本発明に係る超音波検知装置は、距離測定や障害物検知などに使用する反射型の超音波センサにおける超音波送信面の近傍に、別途、診断用超音波センサを設けたものである。以下、本発明の様々な実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【0022】

(第 1 の実施形態)

図 1 A は、本発明の第 1 の実施形態に係る超音波検知装置の一構成例を示す概略図で、図 1 B は、その送信面(振動面)に付着物が付着した様子を示す図である。

【0023】

図 1 A で例示するように、本実施形態に係る超音波検知装置 1 は超音波センサ 11 を備える。なお、図 1 A では超音波が発信された様子を模式的に示している。この超音波センサ 11 は、超音波を送信する送信部と、その超音波(反射波も含む)を受信する受信部(以下、第 1 受信部と呼ぶ)とを有する反射型の超音波センサである。

30

【0024】

そして、超音波検知装置 1 は、その主たる特徴として、上記送信部における超音波送信面(発振素子の表面)の近傍に診断用超音波センサ(以下、単に診断センサと言う) 13 を備えている。診断センサ 13 は、上記超音波送信面から送信された超音波(反射波も含む)を受信する受信部(以下、第 2 受信部と呼ぶ)を有する。

【0025】

このように、診断センサ 13 は、超音波センサ 11 とは別系統のセンサであり、メインとなる超音波センサ 11 からの超音波による振動を検知するもの、つまり超音波センサ 11 の発振をモニタリングして超音波センサ 11 を診断するものである。よって、診断センサ 13 は受信専用センサである。

40

【0026】

そして、診断センサ 13 は、上記第 2 受信部での受信結果に基づき、図 1 B で例示したような上記超音波送信面に付着した付着物(堆積物) D の有無を検知する。

【0027】

超音波センサ 11 から超音波を送信し、診断センサ 13 でその超音波の振動が検知できれば、正常動作とする。一方で、超音波センサ 11 から超音波を送信したにも拘わらず、診断センサ 13 でその超音波の振動を検知できなければ、超音波送信面に付着物が溜まっ

50

ている場合も含め、超音波が正常に発信されなかった（つまり異常動作であった）と見做せばよい。なお、この受信結果や検知処理の具体例については、図 3 A , 図 3 B を参照しながら後述する。

【 0 0 2 8 】

そして、超音波検知装置 1 では、正常動作の場合には、超音波センサ 1 1 の第 1 受信部での測定値を採用し、異常動作の場合には、この時の測定値を破棄すればよい。破棄する際にはエラー情報等を外部に報知することが好ましい。

【 0 0 2 9 】

また、診断センサ 1 3 は、超音波センサ 1 1 による検知の障害とならない位置に設けられている必要がある。図 1 A , 図 1 B で例示する超音波検知装置 1 は、超音波センサ 1 1 に取り付けられたホーン 1 2 を備え、診断センサ 1 3 の受信面がホーン 1 2 に取り付けられている。

10

【 0 0 3 0 】

ホーン 1 2 は、集音性、指向性を向上させ、検知距離を上げるための部材であり、その形状や材質は集音性や指向性が向上できるものであればよく、例えばアルミ合金、チタン合金、ダイス鋼などの素材が用いられる。また、ホーン 1 2 は、振動エネルギーを効率良く伝達させるために、送信する超音波の半波長を基本単位とするようなサイズに形成しておくことが好ましい。

【 0 0 3 1 】

また、診断センサ 1 3 は、特にホーン 1 2 の内周面（表面）に設けられていることで感度が良くなるため好ましいと言えるが、ホーン 1 2 の外周面に設けてあっても、或いはホーン 1 2 の内部に埋め込んであってもよい。但し、本実施形態は、ホーン 1 2 を備えない形態、例えば四角柱状の凹部の底に超音波センサ 1 1 を設け、その凹部の側壁部に診断センサ 1 3 を設けることなどが挙げられる。

20

【 0 0 3 2 】

以上、本実施形態に係る超音波検知装置 1 によれば、超音波センサ 1 1 で送信された超音波を、別途設けた診断センサ 1 3 で診断するため、反射型の超音波センサ 1 1 での検知結果が、超音波送信面に付着物が存在しない状態で検知された結果である場合に、そのことを保証することができる。

【 0 0 3 3 】

つまり、この超音波検知装置 1 では、超音波センサ 1 1 とその診断のために設けた診断センサ 1 3 とを並列で動作させているため、超音波センサ 1 1 が正常に動作した結果得られたデータである場合、そのことを保証することができる。無論、付着物が存在した場合には異常動作となるため、診断センサ 1 3 により超音波センサ 1 1 の異常動作を検知することができる。

30

【 0 0 3 4 】

また、診断センサ 1 3 は、図 1 A , 図 1 B で例示したように、超音波送信面から送信された超音波を受信する受信面が超音波送信面に対してほぼ垂直になるように配設されていることが好ましい。

【 0 0 3 5 】

例えば、超音波センサ 1 1 が上向きで設置されていて付着物が溜まった場合には超音波センサ 1 1 からの超音波は診断センサ 1 3 で検出できなくなる。しかし、診断センサ 1 3 は超音波センサ 1 1 の発振方向にほぼ垂直に取り付けられているため、上記付着物が構造的に溜まらない。このため、診断センサ 1 3 に付着物があるのではなく、超音波センサ 1 1 が付着物などにより発振不能となっていることを確実に検知することができる。

40

【 0 0 3 6 】

このように、診断センサ 1 3 をその受信面が上記超音波送信面に対してほぼ垂直に配設することで、超音波センサ 1 1 に溜まるような埃やゴミや雪や泥などの付着物が溜まり難く、診断センサ 1 3 を診断用として有効に機能させることができる。

【 0 0 3 7 】

50

但し、診断センサ13は、超音波送信面に対して角度を付けるように受信面が設けられているだけでも（超音波の送信の邪魔になる位置には設けない）、超音波送信面に溜まるような付着物が溜まり難いと言える。

【0038】

次に、図2A～図3Bを参照しながら、超音波検知装置1の具体的な構成例について説明する。図2Aは、図1Aの超音波検知装置の一構成例を示すブロック図で、図2Bは、その回路構成例を示す図である。また、図3A、図3Bはそれぞれ、図2Bの超音波検知装置における正常動作時、異常動作時の処理例を説明するための図である。

【0039】

図2Aで例示する超音波センサは、超音波送信面と超音波受信面とを共通化して構成されたセンサであり、超音波送受信のセンサ素子（圧電体等）である送受信部11aを有する。つまり、このセンサ素子は、発振用素子と受信用素子とを共通化した素子である。

【0040】

送受信部11aは、アンプ・コンパレータ14に接続されており、アンプ・コンパレータ14には、超音波検知装置1の制御部の例としてMPU（Micro Processing Unit）10が接続されている。つまり、図1A等の超音波センサ11は、図2Aの例では上記送信部及び上記第1受信部の一例である、送受信部11a及びアンプ・コンパレータ14を有すると共に、MPU10を有する。

【0041】

図2Bで例示するように、アンプ・コンパレータ14は、送信時に用いるアンプ14eを有する。MPU10は、例えば40kHz（周期25μs）近辺の矩形パルスの信号を生成し、その信号（送信信号）をアンプ14eに出力し、アンプ14eはその送信信号を増幅させて送受信部11aに出力する。これにより、送受信部11aでは、センサ素子が振動し、図3Aの信号Txのような超音波が空気中に出力される。

【0042】

また、アンプ・コンパレータ14は、受信時に用いるアンプ14a、整流回路14b、コンパレータ14c、及びコンパレータ基準電圧の格納部14dを有する。なお、格納部14dはメモリであってもよいが、無論、抵抗などだけで構成してもよい。

【0043】

送受信部11aは、図3Aの信号Rxのような超音波の反射波の信号を受信し（センサ素子の振動を感知し）アンプ14aに出力する。なお、送信信号Txの送信時には、受信処理は行わないようになっており、そのため反射波だけを受信することになる。アンプ14aは、それを増幅させ、図3Aの信号Aoutのような信号にし、整流回路14bに出力する。整流回路14bは、その信号を直流信号の振幅に変換し、コンパレータ14cに出力する。

【0044】

コンパレータ14cは、図3Aの信号Cinのような整流回路14bからの入力信号と格納部14dに格納されたコンパレータ基準電圧Thとを比較し、このコンパレータ基準電圧Th以上の振動であった場合、障害物が検知されたとしてデジタルのHigh信号をMPU10に出力する。MPU10には、図3Aに示すようなパルスの信号Coutが

【0045】

また、MPU10は、超音波を送信してから反射波が返ってくるまでの時間を計測し、対象物までの距離を算出することができる。対象までの距離は、「音速」×「発振から受信までにかかった時間」で求められる。超音波センサ11が単に障害物検知用ではなく、距離測定用の場合には、MPU10でこのような処理を追加しておけばよい。

【0046】

一方で、コンパレータ14cは、比較によりTh未滿の振動であった場合、障害物等の物体が検知されなかったとしてデジタルのLow信号をMPU10に出力する。

【0047】

10

20

30

40

50

また、図 1 A 等で示した診断センサ 1 3 は、図 2 A の例では受信部 1 3 a 及びアンプ・コンパレータ 1 5 を有する（これらが第 2 受信部の例に相当）と共に、MPU 1 0 を有する。受信部 1 3 a は超音波受信用のセンサ素子である。アンプ・コンパレータ 1 5 は、アンプ・コンパレータ 1 4 と同様の構成、つまりアンプ 1 5 a、整流回路 1 5 b、コンパレータ 1 5 c、及びコンパレータ基準電圧の格納部 1 5 d を有する。MPU 1 0 はコンパレータ 1 4 c からの入力とコンパレータ 1 5 c からの入力との双方に対して処理を行う。

【 0 0 4 8 】

図 3 A、図 3 B の例では、超音波信号 Tx に対し、受信部 1 3 a が信号 Rx d 1 を受信すると共に、超音波信号 Tx の反射波として信号 Rx d 2 も受信する。信号 Rx d 1、Rx d 2 のそれぞれに対し、アンプ 1 5 a の出力は Ad out 1、Ad out 2、コンパレータ 1 5 c の入力は Cd in 1、Cd in 2、コンパレータ 1 5 c の出力（MPU 1 0 への入力）は Cd out 1、Cd out 2 となる。

10

【 0 0 4 9 】

図 3 A では、付着物がなく且つ物体があった場合の例を挙げており、そのため、Cd out、Cd out 1、Cd out 2 のいずれも High となっている。つまり、コンパレータ 1 5 c は、コンパレータ基準電圧 Th 以上の振動であった場合、送受信部 1 1 a からの超音波が正常に検知されたとして、デジタルの High 信号を MPU 1 0 に出力し、コンパレータ 1 4 c も信号 Cin が Th 以上であった場合、同じく High 信号を MPU 1 0 に出力する。なお、MPU 1 0 は、コンパレータ 1 5 c からの出力により超音波が検知できたことが分かれば済むため、この出力を用いた距離の算出は不要である。

20

【 0 0 5 0 】

一方で、コンパレータ 1 5 c は、比較により Th 未満の振動であった場合、超音波が検知されなかったとしてデジタルの Low の信号を MPU 1 0 に出力する。

【 0 0 5 1 】

次に、図 3 B を参照しながら、超音波センサ 1 1 の超音波送信面（この例では超音波受信面と共通）に付着物があり且つ測定対象の物体があった場合の信号の例を説明する。この場合、送受信部 1 1 a では図 3 A と比較して振幅の小さな信号 Rx を受信することになり、これにより、アンプ 1 4 a の出力、コンパレータ 1 4 c への入力も小さくなり、コンパレータ基準電圧 Th を超えず、コンパレータ 1 4 c の出力信号 Cout は Low となる。但し、出力信号 Cout が Low となるだけでは付着物があるのか、測定対象の物体や障害物がないだけなのかは分からない。

30

【 0 0 5 2 】

しかし、付着物がある場合、診断センサ 1 3 側では、受信部 1 3 a が図 3 A と比較して振幅の小さな信号 Rx d 1、Rx d 2 を受信することになり、これにより、アンプ 1 5 a の出力、コンパレータ 1 5 c への入力も小さくなり、コンパレータ基準電圧 Th を超えず、コンパレータ 1 5 c の出力信号 Cd out 1、Cd out 2 は Low となる。一方で、付着物がない場合には、物体が無くて出力信号 Cout が Low となった場合でも、出力信号 Cd out 1、Cd out は常に High となる。

【 0 0 5 3 】

以上のように、MPU 1 0 は、超音波センサ 1 1 の超音波送信面に付着物がない場合（正常動作時）に High の Cd out 1、Cd out 2 を得ること、つまり超音波センサ 1 1 から超音波が送信されている間、診断センサ 1 3 でも超音波センサ 1 1 と同じような超音波を観測することができ、そのときの送受信部 1 1 a での受信結果が付着物無しで受信したものであることを保証することができる。一方で、超音波発振期間に Cd out 1、Cd out 2 が Low であれば、正常に超音波が発振されなかったと判定される。

40

【 0 0 5 4 】

また、図 2 B では、第 2 受信部が第 1 受信部と同じ構造の例（同じ、センサ素子及びアンプ・コンパレータをもつ例）を挙げた。これにより、第 2 受信部が、超音波センサ 1 1 からの超音波を第 1 受信部と同じ状態で超音波を検知することができる。但し、異なる構造を採用してもよい。

50

【 0 0 5 5 】

また、図 2 A ~ 図 3 B の例では、発振用素子と受信用素子を共通の素子とした例（第 1 受信部の超音波受信面は送信部の超音波送信面と共通の面である例）を挙げたが、これらの素子は 2 個に分けて用意してもよい。つまり、図 1 A , 図 1 B で例示した超音波センサ 1 1 は、送信部と受信部（第 1 受信部）とが別々の素子で構成されていてもよい。

【 0 0 5 6 】

このような構成例について説明する。図 4 A は図 1 A の超音波検知装置の他の構成例を示すブロック図で、図 4 B はその回路構成例を示す図である。図 5 A、図 5 B はそれぞれ、図 4 B の超音波検知装置における正常動作時、異常動作時の処理例を説明するための図である。

10

【 0 0 5 7 】

図 4 A , 図 4 B で例示する構成例について、図 2 A , 図 2 B の構成例と比較して説明する。本構成例の超音波検知装置 4 は、送受信部 1 1 a の代わりに送信部 4 1 a 及び受信部 4 1 b を有すると共に、アンプ 1 4 e に相当するアンプ 4 4 a と、アンプ・コンパレータ 1 4 のアンプ 1 4 e を除いた部分に相当するアンプ・コンパレータ 4 4 b と、MPU 1 0 に対応する MPU 4 0 と、を有する。なお、アンプ・コンパレータ 4 4 b における符号 4 4 b a , 4 4 b b , 4 4 b c , 4 4 b d はそれぞれ図 2 B の符号 1 4 a , 1 4 b , 1 4 c , 1 4 d と同じ構成である。

【 0 0 5 8 】

本構成例における超音波センサ 1 1 では、図 5 A , 図 5 B に示すように、送信部 4 1 a で送信された超音波信号 Tx に対し、受信部 4 1 b が信号 Rx 1 を受信すると共に、超音波信号 Tx の反射波として信号 Rx 2 も受信する。信号 Rd 1 , Rd 2 のそれぞれに対し、アンプ 4 4 b a の出力は A o u t 1 , A o u t 2、コンパレータ 4 4 b c の入力は C i n 1 , C i n 2、コンパレータ 4 4 b c の出力（MPU 4 0 への入力）は C o u t 1 , C o u t 2 となる。

20

【 0 0 5 9 】

また、診断センサ 1 3 については本構成例でも図 2 A , 図 2 B の構成例と同じであり、その信号例も図 5 A , 図 5 B に示すように図 3 A , 図 3 B と同じである。

【 0 0 6 0 】

図 2 A , 図 2 B の構成例のように、送受信兼用素子を採用すると、素子数が減らせるのでコストダウンできるが、発振してから、反射波検出待ち状態になるまで間隔を空けなければ、素子自体の振動を反射波と誤検知してしまうデメリットを持つ。つまり、送受信兼用素子を採用すると、短い距離を測るのには向かなくなり、不感帯を延長することになるというデメリットを有する。一方で、図 4 A , 図 4 B の構成例のように、素子を 2 個に分けると、コストは上がるが、このようなデメリットを無くすることができる。

30

【 0 0 6 1 】

（第 2 の実施形態）

図 6 A は、本発明の第 2 の実施形態に係る超音波検知装置の一構成例を示す概略図で、図 6 B は、その送信面に付着物が付着した様子を示す図である。以下、主に第 1 の実施形態との相違点のみについて説明するが、その他は同様である。

40

【 0 0 6 2 】

図 6 A に示すように本実施形態に係る超音波検知装置 6 は、上述のホーン 1 2 を備えると共に、ホーン 1 2 の内周面又は外周面（図 6 A の例では外周面）を周回し、超音波送信面からの超音波の振動を診断センサ 1 3 の受信面に伝達させる振動伝達体 6 0 を備える。振動伝達体 6 0 の材質は問わず、圧電体素子等の上記受信面に振動の伝達が可能であればよい。

【 0 0 6 3 】

振動伝達体 6 0 をホーン 1 2 の外周面に設ける場合、その配設位置においてホーン 1 2 を薄く形成しておけばよく、内周面に設ける場合、超音波の集音性や指向性の向上の邪魔にならないようにホーン 1 2 の表面に埋め込むように形成しておくことが好ましい。また

50

、ホーン 1 2 の内部に埋め込むこともできる。また、図 6 A では、振動伝達体 6 0 を超音波センサ 1 1 の超音波送信面に水平になるように帯状に設けた例を挙げているが、これに限ったものではない。

【 0 0 6 4 】

本実施形態によれば、図 6 B で例示するように、ホーン 1 2 に振動伝達体 6 0 を配置しておくことで、ホーン 1 2 のどの向きに吸音体等の付着物が堆積しても検知できる。

【 0 0 6 5 】

また、振動伝達体 6 0 を設けた構成では、設けない構成に比べて受信レベルが下がる可能性がある。よって、本実施形態では、予め付着物が無い状態での受信波形の振幅を記録し、これを初期状態振幅としておき、設置後の診断時に、初期状態振幅と現状の振幅を比較し、現状が小さくなっていれば付着物有りと判定することが好ましい。

10

【 0 0 6 6 】

(第 3 の実施形態)

図 7 は、本発明の第 3 の実施形態に係る超音波検知装置の一構成例を示す概略断面図である。以下、主に第 1 の実施形態との相違点のみについて説明するが、その他は同様である。

【 0 0 6 7 】

図 7 で例示するように、本実施形態に係る超音波検知装置 7 は、上述のホーン 1 2 を備え、ホーン 1 2 の内周面の一部に窪み 7 1 を有する。側壁 7 0 は窪み 7 1 により生じた側壁である。そして、診断センサ 1 3 は、診断センサ 1 3 の受信面が窪み 7 1 に位置し内周面側を向くように取り付けられている。例えば超音波センサ 1 1 を上向きに設置する場合は、窪み 7 1 を図示したように、センサ発振方向に対して垂直方向に設置するなどしておく。

20

【 0 0 6 8 】

診断センサ 1 3 の受信面を窪み 7 1 に設けることで、超音波送信の邪魔にならないだけでなく、その受信面に付着物が堆積し難くなるため、診断の信頼性が高くなる。

【 0 0 6 9 】

(第 4 の実施形態)

図 8 は、本発明の第 4 の実施形態に係る超音波検知装置における処理例を説明するための図である。以下、主に第 1 の実施形態との相違点のみについて説明するが、その他は同様であり、第 2 , 第 3 の実施形態との併用も可能である。

30

【 0 0 7 0 】

診断センサ 1 3 は超音波送信面の近傍に配置されるので、そこからの超音波をそのまま受信でき、その受信信号の振幅が反射波による受信信号より大きくなる。そこで、本実施形態では、診断センサ 1 3 の第 2 受信部において超音波センサ 1 1 の送信部から送信された超音波を検知するための閾値 T_{hb} を、超音波センサ 1 1 の第 1 受信部において送信部から送信された超音波を検知するための閾値 T_{ha} より高くしている。

【 0 0 7 1 】

ここで、 T_{ha} , T_{hb} は付着物が存在しないときの信号レベルに基づき決めておく。閾値 T_{ha} は正常動作時の反射波を検知できるような値となっている。本実施形態は、図 2 A のように送受信兼用素子を用いた場合に特に有効であり、図 8 では、図 3 B に対応した異常動作時の信号例を挙げている。但し、超音波送信面からの直接の超音波をその受信タイミングから除外することはできるため、本実施形態は、図 4 A のように別々の素子を用いた場合にも適用することはできる。

40

【 0 0 7 2 】

図 8 で例示するように、付着物等による異常動作時には、超音波センサ 1 1 のコンパレータ 1 4 c の出力信号 C_{out} は Low となる。但し、出力信号 C_{out} が Low となるだけでは正常動作時において測定対象の物体や障害物がない可能性もある。

【 0 0 7 3 】

しかし、付着物等がない場合、診断センサ 1 3 側では、閾値 T_{hb} を閾値 T_{ha} より高

50

く設定してあるため、直接受信した信号 $R \times d 1$ 、反射波を受信した信号 $R \times d 2$ のうち、後者による出力信号 $C d o u t 2$ が $L o w$ となるものの、前者によるコンパレータ $15c$ の出力信号 $C d o u t 1$ が $H i g h$ の信号となる。一方で、付着物等があり異常動作した場合、出力信号 $C d o u t 1$ も $L o w$ となる。つまり、本実施形態では、出力信号 $C o u t$ が $L o w$ の場合でも、出力信号 $C d o u t 1$ が $L o w / H i g h$ のいずれであるかで明示的に付着物の有/無を検知することができる。

【0074】

そして、図示しないが、物体が存在しない場合では $C o u t$ が $L o w$ となり、付着物等により異常動作している場合に $C d o u t 1$ 、 $C d o u t 2$ が $L o w$ となり、正常動作している場合に $C d o u t 1$ が $H i g h$ 、 $C d o u t 2$ が $L o w$ となる。

10

【0075】

このように、本実施形態では、反射波の検出閾値 $T h a$ よりも診断センサ 13 での検出閾値 $T h b$ を高くしておくことで、出力信号 $C o u t$ が $H i g h$ 、 $L o w$ のいずれの場合でも、出力信号 $C d o u t 1$ が $L o w / H i g h$ のいずれであるかで明示的に付着物の有/無を検知することができるため、付着物が存在した時に検出し易くなる。なお、本実施形態では、閾値を比較しているため、基本的に第2受信部は第1受信部と同じ構造をもつことを前提としている。同じ構造をもたない場合にはその構造の違いを考慮して閾値を決めればよく、また、第3の実施形態と併用する場合には振動伝達体 60 での振動のロス分も考慮して閾値を決めればよい。

【0076】

20

(第5の実施形態)

図9は、本発明の第5の実施形態に係る超音波検知装置における処理例を説明するための図で、図3Bに対応した異常動作時の信号例を示す図である。以下、主に第4の実施形態との相違点のみについて説明するが、その他は同様であり、第2、第3の実施形態との併用も可能である。

【0077】

本実施形態では、第4の実施形態と同様の理由から、診断センサ 13 の第2受信部において超音波センサ 11 の送信部から送信された超音波を検知するための閾値 $T h b 1$ を、上述の閾値 $T h a$ より高くすると共に、閾値 $T h b 1$ に加えて閾値 $T h b 2$ を設けている。閾値 $T h b 2$ は基本的に閾値 $T h a$ と同じ値とする。いずれの閾値も付着物が存在しないときの信号レベルに基づき決めておく。閾値 $T h a$ は正常時の反射波によって検知できる値である。

30

【0078】

図9で例示するように、付着物等による異常動作時には、図8の場合と同様に、超音波センサ 11 のコンパレータ $14c$ の出力信号 $C o u t$ は $L o w$ となる。このとき、診断センサ 13 側では、閾値 $T h a$ と同じ閾値 $T h b 2$ により、反射波を受信した信号 $R \times d 2$ による出力信号 $C d o u t 2$ が $L o w$ となるが、閾値 $T h a$ より高い閾値 $T h b 1$ により、直接受信した信号 $R \times d 1$ によるコンパレータ $15c$ の出力信号 $C d o u t 1$ が $H i g h$ となる。一方で、付着物等がある場合(異常動作時)には、出力信号 $C d o u t 1$ も $L o w$ となる。つまり、本実施形態では、出力信号 $C o u t$ が $L o w$ の場合でも、出力信号 $C d o u t 1$ が $L o w / H i g h$ のいずれであるかで明示的に付着物の有/無を検知することができる。

40

【0079】

そして、図示しないが、物体が存在しない場合では $C o u t$ が $L o w$ となり、付着物等により異常動作している場合に $C d o u t 1$ 、 $C d o u t 2$ が $L o w$ となり、正常動作している場合に $C d o u t 1$ が $H i g h$ 、 $C d o u t 2$ が $L o w$ となる。

【0080】

このように、本実施形態では、診断用に2つの閾値を用いることで、出力信号 $C o u t$ が $H i g h$ 、 $L o w$ のいずれの場合でも、出力信号 $C d o u t 1$ が $L o w / H i g h$ のいずれであるかで明示的に付着物の有/無を検知することができるため、付着物が存在した

50

時にさらに検出し易くなる。なお、本実施形態でも、閾値を比較しているため、基本的に第2受信部は第1受信部と同じ構造をもつことを前提としている。しかし、例えば閾値 $Thb2$ は閾値 Tha と全く同じでなくてもよい。同じ構造をもたない場合にはその構造の違いを考慮して閾値を決めればよく、また、第3の実施形態と併用する場合には振動伝達体60での振動のロス分も考慮して閾値を決めればよい。

【0081】

特に閾値 $Thb2$ が閾値 Tha と異なる場合（例えば同じ構造を採用しても $Thb2 < Tha$ の場合）には、出力信号 $Cout$ が Low の場合において、出力信号 $Cdout1$ 、 $Cdout2$ が $High$ となることも多々起こり得る。この場合には、診断センサ13において反射波からも付着物がないことが検知でき、直接の超音波からの検知とのダブルチェックが可能となる。

10

【0082】

また、別の処理例として、閾値 $Thb2$ が閾値 Tha と同じか否かに拘わらず、反射波による出力信号 $Cout$ が Low になった場合に、診断センサ13において閾値 $Thb1$ 、 $Thb2$ に関する $Cdout1$ 、 $Cdout2$ の一方のみが Low となっていれば、付着物が存在することが確定できないと判定し、単にユーザに注意を喚起するだけにしてもよい。そのような処理を採用した構成では、 $Cout$ 、 $Cdout1$ 、 $Cdout2$ がいずれも Low となった場合、測定値の破棄やエラー情報等の報知を行えばよい。

【0083】

（第6の実施形態）

第5の実施形態で説明した2つの閾値を用いる方法は、超音波センサ11の第1受信部と診断センサ13の第2受信部とを兼用した場合にも適用でき、コストを下げる効果を奏する。このような構成例を第6の実施形態として説明する。

20

【0084】

図10Aは、本実施形態に係る超音波検知装置の一構成例を示すブロック図で、図1Aの超音波検知装置の他の構成例を示すブロック図でもあり、図10Bは、その回路構成例を示す図である。図11A、図11Bはそれぞれ、図10Bの超音波検知装置における正常動作時、異常動作時の処理例を説明するための図である。以下、主に第1、第5の実施形態との相違点のみについて説明するが、その他は同様である。

【0085】

図10A、図10Bで例示する超音波検知装置100について、図4A、図4Bの超音波検知装置4の構成例と比較して説明する。超音波検知装置100は、MPU40、送信部41a、アンプ44aにそれぞれ対応するMPU110、送信部111a、アンプ114aを有すると共に、受信部41bと受信部13aとを兼ねた受信部111bと、アンプ・コンパレータ44b、15の双方を兼ねたアンプ・コンパレータ114bを有する。アンプ・コンパレータ114bにおける符号114ba、114bb、114bcはそれぞれ図4Bの符号44ba（15a）、44bb（15b）、44bc（15c）と同じ構成である。

30

【0086】

アンプ・コンパレータ114bは、閾値 $Th1$ 用と閾値 $Th2$ 用に2つのコンパレータ基準閾値の格納部114bd、114beを有する。閾値 $Th2$ は上述した閾値 Tha 及び閾値 $Thb2$ に対応し、閾値 $Th1$ は上述した閾値 $Thb1$ に対応するものである。いずれの閾値も付着物が存在しないときの信号レベルに基づき決めておく。

40

【0087】

そして、検知できる物体がある場合の波形例を図11A、図11Bで示すように、超音波検知装置100は、送信部111aで送信された超音波信号 Tx に対し、受信部111bが信号 $Rx1$ を受信すると共に、超音波信号 Tx の反射波として信号 $Rx2$ も受信する。信号 $Rd1$ 、 $Rd2$ のそれぞれに対し、アンプ114baの出力は $Aout1$ 、 $Aout2$ 、コンパレータ114bcの入力は $Cdin$ 、 Cin 、コンパレータ114bcの出力（MPU110への入力）は $Cdout$ 、 $Cout$ となる。

50

【0088】

物体が存在する場合で且つ正常動作している場合には、図11Aに示すように、反射波を閾値 T_h2 で検知した場合の反射波信号である C_{out} が H_{igh} となり、距離計測や障害物検知が可能となると共に、超音波送信面から出射された超音波信号 T_x を直接受信して閾値 T_h1 で検出した場合の自己診断信号である C_{dout} も H_{igh} となる。

【0089】

一方で、物体が存在する場合で且つ付着物等により異常動作している場合には、図11Bに示すように、反射波信号である C_{out} が L_{ow} となり、距離計測や障害物検知できていないだけでなく、自己診断信号である C_{dout} も超音波信号 T_x 自体が弱いために L_{ow} となる。

10

【0090】

そして、図示しないが、物体が存在しない場合では C_{out} が L_{ow} となり、付着物等により異常動作している場合に C_{dout} も L_{ow} となり、正常動作している場合に C_{dout} は H_{igh} となる。

【0091】

このように、本実施形態では診断用に2つの閾値を用いることで、出力信号 C_{out} が H_{igh} 、 L_{ow} のいずれの場合でも、出力信号 C_{dout} が L_{ow}/H_{igh} のいずれであるかで明示的に付着物の有/無を検知することができ、付着物が存在した時にさらに検出し易くなる。

【0092】

ここで、受信部111bの配置について説明する。上述のように、超音波検知装置100は、超音波信号 T_x を直接信号 R_x1 として受信する必要があり、且つ診断センサを別途設けておらず、且つ信号 R_x1 用の閾値 T_h1 を設けている。よって、本実施形態において、送信部111aと受信部111bは別々の素子で構成されている。

20

【0093】

そして、送信部111aの超音波送信面と受信部111bの超音波受信面とは、近接していることが距離測定などには好適であるが、離間していてもよい。よって、それぞれ図1A等における超音波センサ11、診断センサ13のような位置に配設してもよい。また、本実施形態でも、第2、第3の実施形態のような振動伝達体や窪みへの設置などの応用例が適用できる。

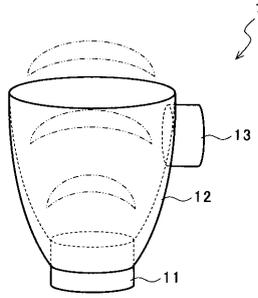
30

【符号の説明】

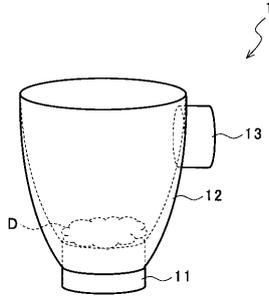
【0094】

1...超音波検知装置、11...超音波センサ、12...ホーン、13...診断用超音波センサ(診断センサ)、D...付着物。

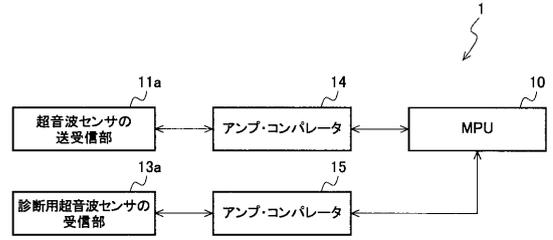
【図 1 A】



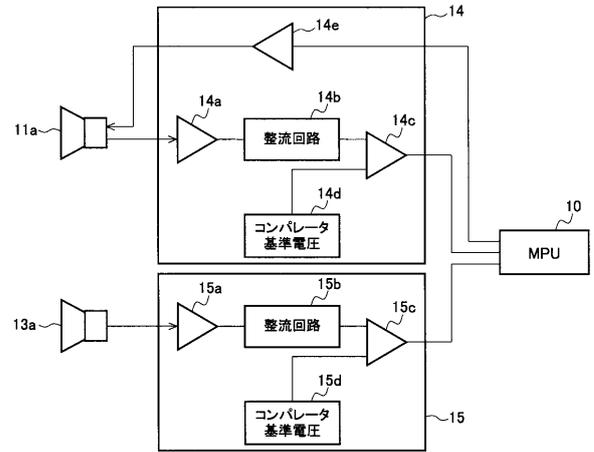
【図 1 B】



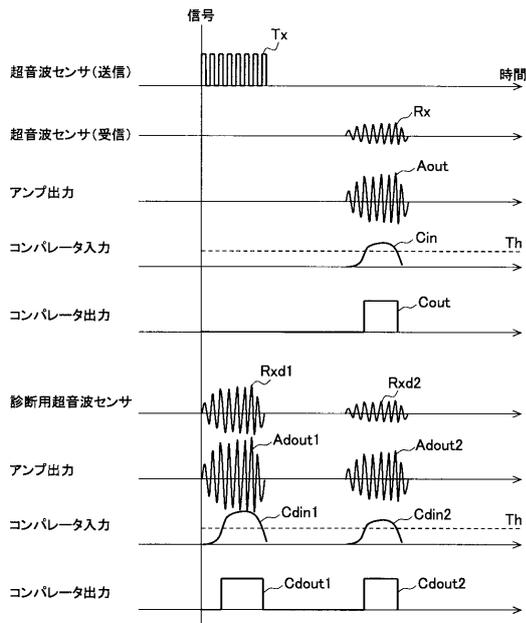
【図 2 A】



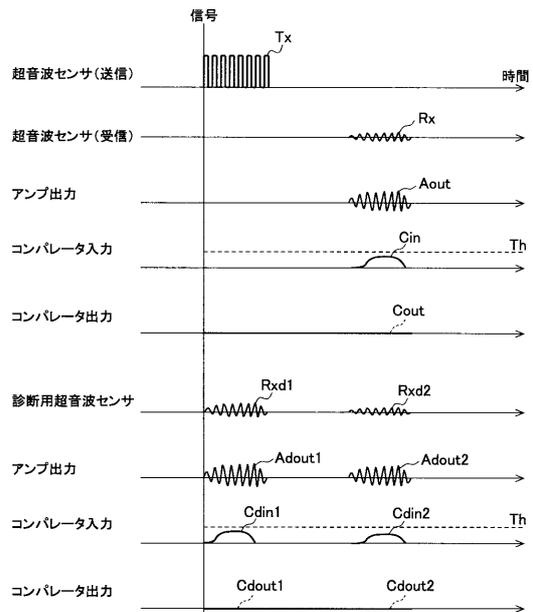
【図 2 B】



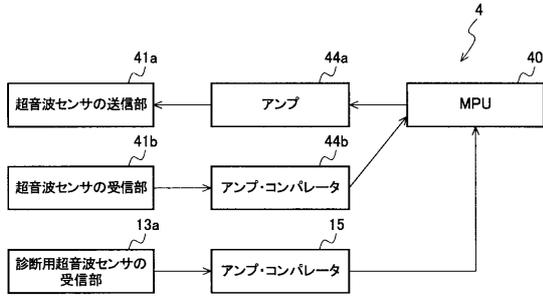
【図 3 A】



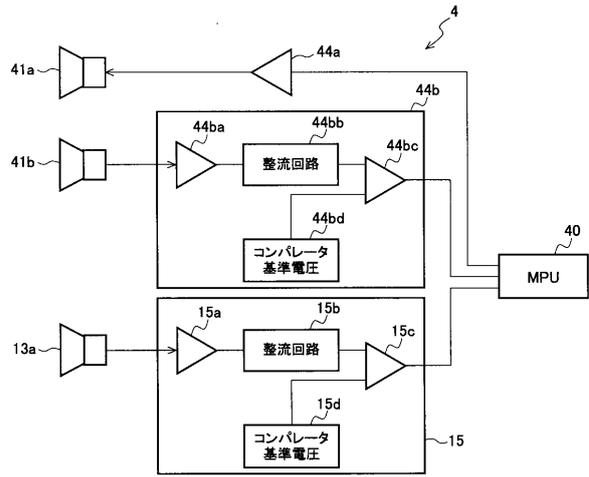
【図 3 B】



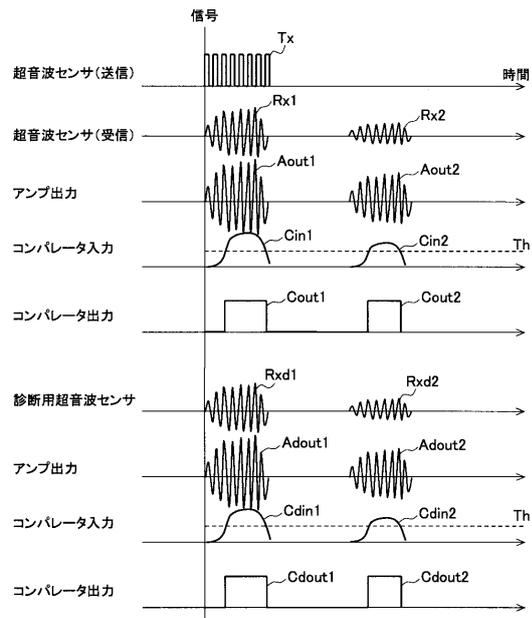
【図 4 A】



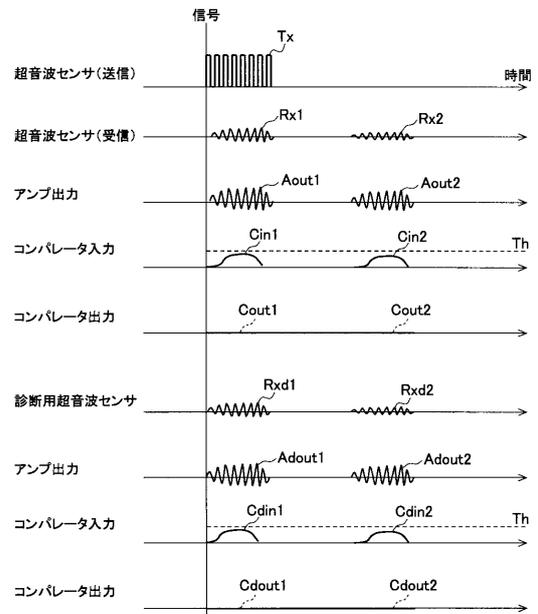
【図 4 B】



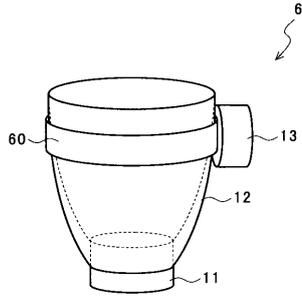
【図 5 A】



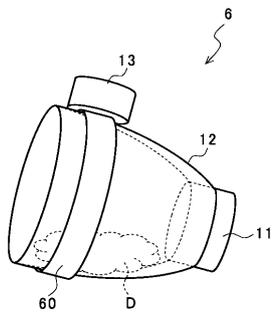
【図 5 B】



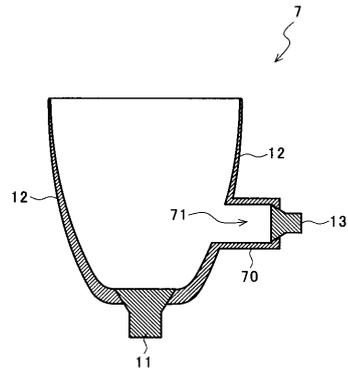
【図6A】



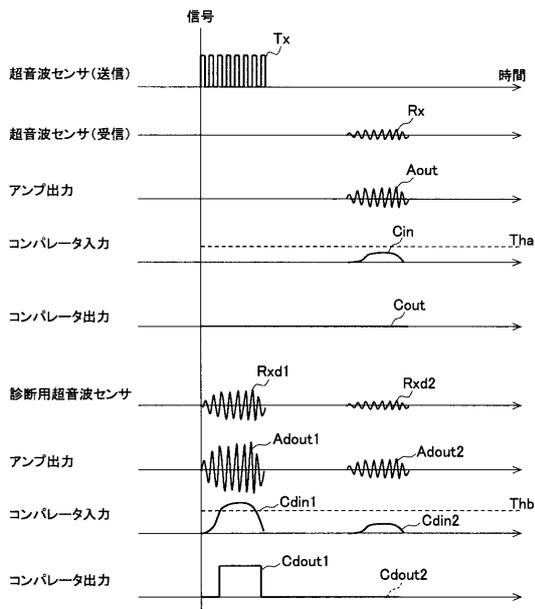
【図6B】



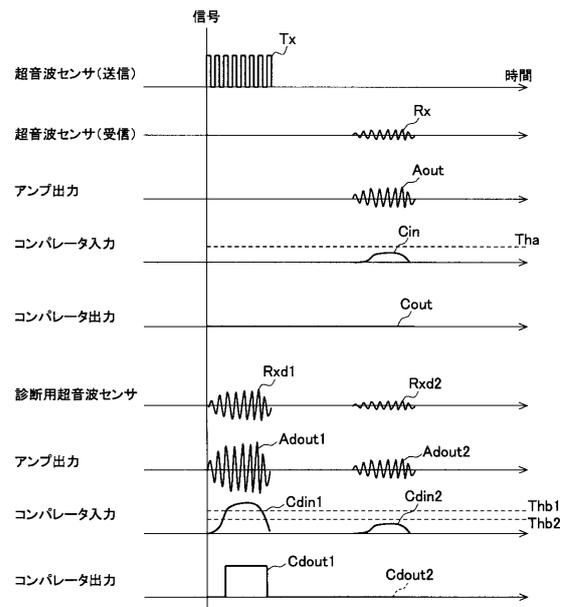
【図7】



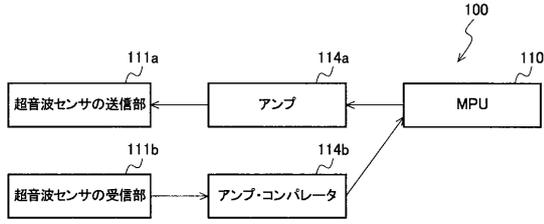
【図8】



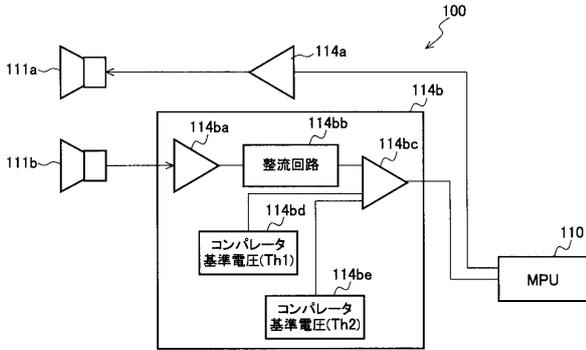
【図9】



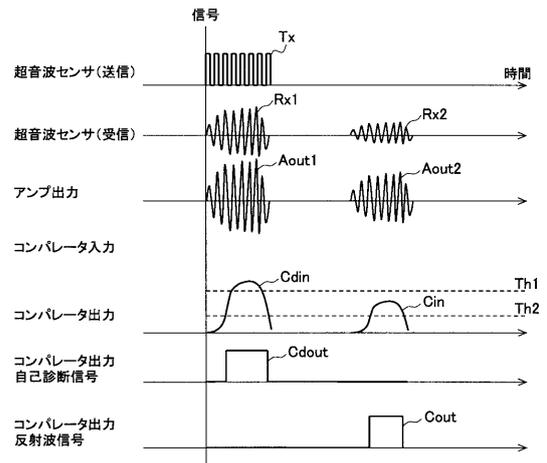
【図10A】



【図10B】



【図11A】



【図11B】

