

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6568493号
(P6568493)

(45) 発行日 令和1年8月28日(2019.8.28)

(24) 登録日 令和1年8月9日(2019.8.9)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 S 7/524 (2006.01)

G O 1 S 7/524

Q

G O 1 S 15/93 (2006.01)

G O 1 S 15/93

請求項の数 12 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2016-55826 (P2016-55826)
 (22) 出願日 平成28年3月18日(2016.3.18)
 (65) 公開番号 特開2017-172989 (P2017-172989A)
 (43) 公開日 平成29年9月28日(2017.9.28)
 審査請求日 平成30年4月3日(2018.4.3)

(73) 特許権者 000004695
 株式会社 S O K E N
 愛知県日進市米野木町南山500番地20
 (73) 特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (74) 代理人 100121821
 弁理士 山田 強
 (74) 代理人 100139480
 弁理士 日野 京子
 (74) 代理人 100125575
 弁理士 松田 洋
 (74) 代理人 100175134
 弁理士 北 裕介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 物体検知装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電振動子(10, 20)を駆動して探査波を送信し、物体により反射された反射波を受信する物体検知装置であって、

前記圧電振動子と、

前記圧電振動子を駆動する駆動電力を供給する駆動回路と、

前記圧電振動子と並列に接続され、抵抗値が可変である抵抗部と、を備え、

前記抵抗部は、

前記圧電振動子と並列接続される抵抗(11)と、

前記圧電振動子と並列接続される第1コイル(12)と、

前記第1コイルと磁気的に結合する第2コイル(13)と、

前記第2コイルの両端のそれぞれと接地部位との間に、スイッチ(35, 42)を介して接続される抵抗(31, 33)と、を備え、

前記スイッチの開状態から閉状態への切り替え時、及び、閉状態から開状態への切り替え時の少なくとも一方において、前記切り替えを遅延させる遅延回路をさらに備える物体検知装置。

【請求項 2】

前記スイッチ(42)は前記第2コイル側の前記抵抗と第1接続点(41)で接続され、
 前記遅延回路は、

10

20

前記スイッチの導通制御端子と接地部位との間を開閉する補助スイッチ（４４）と、
前記第１接続点と、前記スイッチの前記導通制御端子と前記補助スイッチとの接続点である第２接続点（４３）とを接続する第４抵抗（４７）と、

前記第２接続点と接地部位とを接続するコンデンサ（４８）と、を備える、請求項１に記載の物体検知装置。

【請求項３】

前記駆動回路は、前記第１コイル及び前記第２コイルを介して、前記圧電振動子へ電力を供給する、請求項１又は２に記載の物体検知装置。

【請求項４】

前記抵抗値を可変に制御する制御部（１００，２００，３００，４００）をさらに備える、請求項１～３のうちいずれか１項に記載の物体検知装置。

【請求項５】

圧電振動子（１０，２０）を駆動して探査波を送信し、物体により反射された反射波を受信する物体検知装置であって、

前記圧電振動子と、

前記圧電振動子を駆動する駆動電力を供給する駆動回路と、

前記圧電振動子と並列に接続され、抵抗値が可変である抵抗部と、を備え、

前記抵抗値を可変に制御する制御部（１００，２００，３００，４００）をさらに備え、

前記制御部は、前記抵抗値を互いに異ならせて探査波の送信を行う第１モードの制御と第２モードの制御とを行う物体検知装置。

【請求項６】

前記制御部は、前記第１モードにおける抵抗値を前記第２モードにおける抵抗値よりも大きく設定し、前記第１モードでの制御を継続して行い、前記反射波の受信により取得した前記物体との距離が所定値よりも小さくなった場合、前記第２モードの制御を行う、請求項５に記載の物体検知装置。

【請求項７】

前記制御部は、前記第１モードの制御と前記第２モードの制御とを交互に行う、請求項５に記載の物体検知装置。

【請求項８】

前記制御部は、前記第１モードにおける抵抗値を前記第２モードにおける抵抗値よりも大きく設定し、前記第２モードでは、前記駆動回路から前記駆動電力を供給する時間を第１モードよりも短くする、請求項５に記載の物体検知装置。

【請求項９】

前記抵抗部は、前記圧電振動子に並列接続される、抵抗（２１，２８）とスイッチ（２７，２７ａ，２７ｂ）との直列接続体を含む、請求項５～８のいずれか１項に記載の物体検知装置。

【請求項１０】

前記制御部は、前記駆動電力の供給後の前記圧電振動子に残響が生ずる期間の前記抵抗値を、前記反射波の受信待機中の前記抵抗値よりも小さくする、請求項４～９のうちいずれか１項に記載の物体検知装置。

【請求項１１】

前記制御部は、前記駆動電力の供給後に前記探査波の波高が所定値よりも小さくなれば、前記抵抗値を大きくする、請求項１０に記載の物体検知装置。

【請求項１２】

前記制御部は、前記駆動電力の供給中の前記抵抗値を、前記駆動電力の供給後の前記抵抗値よりも大きくする、請求項４～１１のうちいずれか１項に記載の物体検知装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

10

20

30

40

50

本発明は、探査波を送信し、物体により反射された反射波を受信する物体検知装置に関する。

【背景技術】

【0002】

探査波を送信し、物体により反射された反射波を受信してその物体との距離を検知する物体検知装置では、探査波の送信時に残響が発生する。この残響のエネルギーは、一般的に反射波のエネルギーよりも著しく大きいため、残響が生じている時間（残響時間）に反射波を受信したとしても、その反射波を検知することが困難である。

【0003】

この残響時間を短縮するものとして、特許文献1に記載の超音波センサがある。特許文献1に記載の超音波センサでは、圧電振動子の駆動後に、残響とは逆位相のパルス信号を送信し、そのパルス信号により残響を抑制している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2014-35323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に記載の超音波センサでは、逆位相のパルス信号を出力するタイミングがずれば、残響を増幅することにもつながる。また、パルス信号の振幅が必要以上に大きければ、残響を打ち消すことはできるものの、そのパルス信号により圧電振動子が駆動されることとなる。すなわち、逆位相のパルス信号を精度よく生成する必要があるが、これは、ロバスト性を確保することが困難であることを意味する。

【0006】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その主たる目的は、物体の検知性能を向上させることができる物体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】

【0007】

本発明は、圧電振動子を駆動して探査波を送信し、物体により反射された反射波を受信する超音波センサであって、圧電振動子と、圧電振動子を駆動する駆動電力を供給する駆動回路と、圧電振動子と並列に接続され、抵抗値が可変である抵抗部と、を備える。

【0008】

上記構成では、探査波の送信時における圧電振動子の駆動後の残響を低減したい場合に、圧電振動子に並列接続した抵抗部の抵抗値を低下させることで、残響による電力を抵抗部で消費することができる。これにより、残響が生ずる時間を短縮することができ、近距離の物体により反射された反射波も検知することが可能となる。一方、反射波の受信時等には、圧電振動子に並列接続した抵抗部の抵抗値を増加させることで、抵抗部により消費される電力を低下することができる。これにより、遠距離の物体により反射された反射波や、反射率の小さい物体により反射された反射波等の受信感度を担保することができる。したがって、近距離の物体の検知性能と遠距離の物体の検知性能とを両立することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第1実施形態に係る超音波センサの構成図である。

【図2】第1実施形態における制御部が実行する処理を示すタイムチャートである。

【図3】第2実施形態に係る超音波センサの構成図である。

【図4】第5実施形態に係る超音波センサの構成図である。

【図5】（a）は遠距離モードでのタイムチャートであり、（b）は近距離モードでのタイムチャートである。

10

20

30

40

50

【図 6】第 6 実施形態に係る超音波センサの構成図である。

【図 7】第 7 実施形態に係る超音波センサの構成図である。

【図 8】第 7 実施形態における制御部が実行する処理を示すタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

以下、各実施形態を図面に基づいて説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、図中、同一符号を付しており、同一符号の部分についてはその説明を援用する。

【 0 0 1 1 】

< 第 1 実施形態 >

本実施形態に係る物体検知装置は超音波センサであり、車両等の移動体に搭載されるものである。超音波センサは、超音波を移動体の周囲に送信し、周囲に存在する物体により反射された反射波を受信し、送信から受信までの時間を測定することにより、移動体と物体との距離を求める。

【 0 0 1 2 】

図 1 は、本実施形態に係る超音波センサの回路図である。超音波センサは、圧電振動子 10 への電圧の印加により超音波を送信し、圧電振動子 10 が受信した反射波のエネルギーを電圧へ変換するものである。この圧電振動子 10 には第 1 抵抗 11、及び、第 1 コイル 12 が並列接続されている。第 1 コイル 12 は、磁氣的に結合する第 2 コイル 13 とによりトランスを構成している。第 2 コイル 13 はセンタータップを備えており、そのセンタータップに電源 14 が接続されている。この電源 14 の電圧は、例えば 12 V である。

【 0 0 1 3 】

第 2 コイル 13 の第 1 端は、第 1 スイッチ 15 を介して接地されており、第 2 コイル 13 の第 2 端は、第 2 スイッチ 16 を介して接地されている。この第 2 コイル 13、第 1 スイッチ 15、及び第 2 スイッチ 16 により圧電振動子 10 の駆動回路を構成する。加えて、第 2 コイル 13 の第 1 端と第 2 端とは、第 3 スイッチ 17 と第 2 抵抗 18 との直列接続体により接続されている。

【 0 0 1 4 】

第 1 コイル 12 側の電圧は、アンプ 19 を介して制御部 100 へ入力され、制御部 100 は、第 1 スイッチ 15、第 2 スイッチ 16、及び第 3 スイッチ 17 へ制御信号を送信する。この制御部 100 は、CPU、ROM、RAM、I/O 等を備えたコンピュータである。

【 0 0 1 5 】

制御部 100 は、探査波を送信し、送信から所定時間が経過するまでを 1 制御周期として制御する。制御部 100 は、圧電振動子 10 を駆動して超音波を送信する際には、第 1 スイッチ 15 と第 2 スイッチ 16 とを交互に ON として駆動電力を供給する駆動制御を行う。こうすることで、圧電振動子 10 には順方向と逆方向の電圧が交互に印加されて駆動する。圧電振動子 10 により反射波を受信する際には、第 1 スイッチ 15 と第 2 スイッチ 16 とを共に OFF とする。こうすることで、第 2 コイル 13 側から第 1 コイル 12 側へと電力は供給されず、圧電振動子 10 は反射波を受信することにより振動する。その振動により生ずる電力に基づく電圧がアンプ 19 を介して制御部 100 へ入力されることにより、反射波の受信を検知することとなる。

【 0 0 1 6 】

制御部 100 は、反射波を受信すれば、探査波の送信から反射波の受信までの時間に基づいて物体との距離を算出し、他の制御装置へ送信する。探査波の送信から所定時間が経過するまでに反射波を検知しない場合には、検知範囲内に物体が存在しないものとする。なお、制御部 100 が反射波の受信までの時間を求め、その時間を他の制御装置へ送信するものとしてもよい。

【 0 0 1 7 】

制御部 100 は、第 1 スイッチ 15 及び第 2 スイッチ 16 の開閉制御に加えて、第 3 ス

10

20

30

40

50

スイッチ 17 の開閉制御を行う。第 1 スイッチ 15 及び第 2 スイッチ 16 を OFF とし、第 3 スイッチ 17 を ON とした場合には、第 2 コイル 13 の両端が第 2 抵抗 18 を介して短絡されることとなる。したがって、第 1 コイル 12 側に電流が残存していれば、第 2 コイル 13 側に電流が流れ、第 1 抵抗 11 に加えて第 2 抵抗 18 でも電力が消費されることとなる。このとき、第 2 抵抗 18 の抵抗値に巻数比の自乗を乗算した抵抗値を有する抵抗を第 1 抵抗 11 に並列接続したものと等価の回路となる。すなわち、第 2 抵抗 18 の抵抗値を $500\ \Omega$ とし、第 1 コイル 12 と第 2 コイル 13 との巻数比を $4:1$ とすれば、第 3 スイッチ 17 を ON とした場合には、第 1 抵抗 11 に抵抗値が $8\ k\ \Omega$ の抵抗を並列接続したものと等価の回路となる。

【0018】

10

したがって、駆動制御後の圧電振動子 10 の残響が生じている期間（残響時間）に第 3 スイッチ 17 を ON とし、第 1 抵抗 11、第 1 コイル 12、第 2 コイル 13、及び第 2 抵抗 18 により、第 1 抵抗 11 のみが並列接続される場合よりも合成抵抗値が小さい抵抗部を構成することにより、残響の電力の時間当たりの消費量を増加させ、残響時間を短縮することができる。一方で、合成抵抗値が小さい状態で、振幅の小さい反射波を受信した場合、その反射波に基づく電力が抵抗により消費され、検知が困難となる場合がある。したがって、圧電振動子 10 の残響が終了すれば、第 3 スイッチ 17 を OFF とし、圧電振動子 10 に並列接続される抵抗部の抵抗値を大きくする制御を行うものとする。

【0019】

続いて、制御部 100 が実行する処理を図 2 のタイムチャートを用いて説明する。まず、時刻 t_1 において圧電振動子 10 の駆動の開始指令が発せられると、第 1 スイッチ 15 と第 2 スイッチ 16 とを交互に ON として駆動電力を供給する、圧電振動子 10 の駆動制御が行われる。この駆動制御により、圧電振動子 10 には極性の異なる電圧が交互に印加され、圧電振動子 10 は駆動されて超音波である探査波を送信する。このとき、探査波の振幅は、検知可能な限界の値である h_{max} よりも大きい値となる。この駆動制御が行われる時間は予め定められた時間であり、時刻 t_2 まで継続される。

20

【0020】

時刻 t_2 では、第 1 スイッチ 15 及び第 2 スイッチ 16 を共に OFF とし、圧電振動子 10 の駆動制御を終了する。このとき、圧電振動子 10 には残響が生じているため、残響時間を短縮すべく、第 3 スイッチ 17 を ON とする。第 3 スイッチ 17 を ON とすることにより、第 2 コイル 13 側では、第 2 コイル 13 と第 2 抵抗 18 が直列接続された閉回路が形成される。これにより、第 1 抵抗 11 と第 2 抵抗 18 は並列接続状態となり、合成抵抗値は小さくなる。ゆえに、第 1 抵抗 11 及び第 2 抵抗 18 により消費される電力量が増加し、残響時間を短縮することができる。なお、図 2 において、第 3 スイッチ 17 の制御を行わない場合の探査波の波形を、破線で示している。

30

【0021】

第 3 スイッチ 17 を ON とする制御を継続し、時刻 t_3 で振幅が閾値である h_{min} よりも小さくなれば、残響の振幅が十分小さく反射波の検知が可能であるため、第 3 スイッチ 17 を OFF とする。こうすることにより、圧電振動子 10 には第 1 抵抗 11 が並列接続され第 2 抵抗 18 は並列接続されないこととなるため、抵抗値は大きくなる。これにより、反射波の受信待機中に圧電振動子 10 が反射波を受信した際に、抵抗で消費される電力が小さくなる。したがって、遠距離に存在する物体により反射された反射波や、反射率の小さい物体から反射された反射波等、振幅の小さい反射波も検知することができるようになる。

40

【0022】

上記構成により、本実施形態に係る超音波センサは、以下の効果を奏する。

【0023】

・圧電振動子 10 の駆動制御の終了後に第 3 スイッチ 17 を ON とすることで、残響の電力をより早く消費することができ、残響時間を短縮することができる。残響時間内では物体により反射された反射波を検知することができないため、残響時間の短縮により、近

50

距離に存在する物体の検知が可能となる。

【 0 0 2 4 】

・残響時間の終了後に第3スイッチ17をONとし、圧電振動子10に並列接続された抵抗の抵抗値を増加させている。これにより、遠距離の物体により反射された反射波や、反射率の小さい物体に反射された反射波等、振幅の小さい反射波の受信感度を担保することができる。

【 0 0 2 5 】

・圧電振動子10は、高圧の電圧の印加により振動するものであるため、その圧電振動子10に並列接続した抵抗にスイッチを直列接続した場合、スイッチの耐圧を大きくする必要がある。この点、本実施形態では、低圧の駆動回路に第3スイッチ17と第2抵抗18との直列接続体を設け、第3スイッチ17をONとすることにより、圧電振動子10に並列接続される合成抵抗値を小さくするものとしている。これにより、第3スイッチ17として耐圧が小さいものを採用することができる。

【 0 0 2 6 】

・圧電振動子10の駆動回路は、駆動制御後は、次の駆動制御の開始まで待機状態となり、一般的には使用されることがない。本実施形態では、圧電振動子10の駆動回路を構成する第1コイル12及び第2コイル13を用いて、残響時間を短縮する抵抗部を構成するものとしているため、抵抗部を別途設ける必要がない。よって、回路の小型化及び製造コストの低減を実現することができる。

【 0 0 2 7 】

< 第2実施形態 >

本実施形態に係る超音波センサは、第1実施形態に係る超音波センサと回路構成が一部異なっている。図3は、本実施形態に係る超音波センサの回路図である。

【 0 0 2 8 】

圧電振動子20には第1抵抗21、及び、第1コイル22が並列接続されている。第1コイル22は、磁気的に結合する第2コイル23とによりトランスを構成している。第2コイル23はセンタータップを備えており、そのセンタータップに電源24が接続されている。第2コイル23の第1端は、第1スイッチ25を介して接地されており、第2コイル23の第2端は、第2スイッチ26を介して接地されている。

【 0 0 2 9 】

加えて、圧電振動子20には、第3スイッチ27と第2抵抗28との直列接続体が並列接続されている。すなわち、第1抵抗21、第2抵抗28及び第3スイッチ27により抵抗部を構成している。したがって、第3スイッチ27をONとすれば、圧電振動子20には第1抵抗21と第2抵抗28との並列接続体が並列接続されることとなり、その合成抵抗値は、第1抵抗21のみが並列接続される場合よりも小さくなる。すなわち、第3スイッチ27をONとすることで、第1実施形態において第3スイッチ17をONとする場合と同様の効果を生じさせることができる。

【 0 0 3 0 】

第1コイル22側の電圧は、第1実施形態と同様に、アンプ29を介して制御部200へ入力され、制御部200は、第1スイッチ25、第2スイッチ26、及び第3スイッチ27へ制御信号を送信する。なお、制御部200が実行する第1～第3スイッチ25～27の制御については、第1実施形態に準ずるものであるため、その説明を省略する。

【 0 0 3 1 】

< 第3実施形態 >

本実施形態では、回路構成は第2実施形態と同様であり、制御部200が実行する処理が一部異なっている。本実施形態では、残響時間が長くなることを許容しつつ、遠距離に存在する物体に反射された反射波の検知性能を向上させる遠距離モード(第1モード)と、残響時間を短縮し、近距離に存在する反射波も検知可能とした近距離モード(第2モード)とを行うものとする。遠距離モードでの制御及び近距離モードでの制御は、それぞれ、探査波の送信しその送信から所定時間が経過するまでを1制御機会とする。そして、1

10

20

30

40

50

制御機会の終了時等に、遠距離モードと近距離モードとを切り替えるか否かを判定する。

【0032】

遠距離モードでは、第3スイッチ27のOFF状態を継続し、圧電振動子20に並列接続される抵抗値を大きくする。こうすることにより、単位時間当たりに抵抗で消費される電力は小さくなり、残響時間は長くなる。一方で、遠距離に存在する物体に反射された反射波に基づく電力が抵抗で減衰しづらくなり、その反射波の検知性能を向上させることができる。

【0033】

近距離モードでは、第3スイッチ27のON状態を継続し、圧電振動子20に並列接続される抵抗値を小さくする。こうすることにより、単位時間当たりに抵抗で消費される電力は増加し、残響時間は短くなる。ゆえに、近距離に存在する物体により反射された反射波を検知可能となる。

10

【0034】

制御部200は、まず、遠距離モードでの物体の検知を継続し、遠距離に存在する物体についての検知性能を担保する。遠距離に存在する物体からの反射波を継続して検知し、物体が超音波センサへ接近して距離が所定値（例えば1m）を下回れば、近距離モードに切り替え、残響時間を短縮する。このように制御することにより、近距離の物体に対する検知性能と遠距離の物体に対する検知性能とを両立することができる。

【0035】

<第4実施形態>

20

本実施形態では、回路構成は第2実施形態と同様であり、制御部200が実行する処理が一部異なっている。加えて、制御部200は、第3実施形態と同様の遠距離モードの制御と近距離モードの制御とを用いた制御を行う。

【0036】

制御部200は、まず、遠距離モードと近距離モードとの一方の制御により、探査波の送信及び反射波の受信を行う。続く制御周期では、遠距離モードと近距離モードとの他方の制御により、探査波の送信及び反射波の受信を行う。したがって、遠距離モードの制御では検知が困難な物体（近距離に位置する物体）については、続いて行われる近距離モードの制御により、その位置を検出することができる。一方、近距離モードの制御では検知が困難な物体（遠距離に位置する物体）、続いて行われる合成抵抗を大きくした制御により、その位置を検出することができる。このように制御することにより、近距離の物体に対する検知性能と遠距離の物体に対する検知性能とを両立することができる。

30

【0037】

なお、遠距離モードの制御を複数回行った後に近距離モードの制御を複数回行うものとしてもよい。また、遠距離モードの制御を1回行った後に近距離モードの制御を複数回行うものとしてもよい。

【0038】

<第5実施形態>

本実施形態に係る超音波センサは、回路の一部が第2実施形態と異なっている。図4は、本実施形態に係る超音波センサの回路図である。圧電振動子20に並列接続される第2抵抗28には、第2実施形態と同様に、第3スイッチ27aが直列接続されている。加えて、圧電振動子20に並列接続される第1抵抗21には、第4スイッチ27bが直列接続される。このように回路を構成することで、圧電振動子20に第1抵抗21のみが並列接続される状態、第2抵抗28のみが接続される状態、及び第1抵抗21及び第2抵抗28が共に並列接続される状態の3通りの状態を選択することが可能となる。なお、その他の構成については第2実施形態と同様であるため、その説明を省略する。

40

【0039】

なお、第1抵抗21の抵抗値は第2抵抗28の抵抗値よりも大きいものとする。すなわち、第3スイッチ27a及び第4スイッチ27bを共にONとした場合に、圧電振動子20に並列接続される抵抗値が最も小さくなり、第3スイッチ27aをOFFとし第4スイ

50

ッチ 27b を ON とした場合に、圧電振動子 20 に並列接続される抵抗値が最も大きくなる。

【0040】

図 5 (a) は、本実施形態に係る超音波センサで実行する遠距離モードのタイムチャートであり、図 5 (b) は近距離モードのタイムチャートである。この遠距離モードと近距離モードの使い分けは、第 3、第 4 実施形態に準ずる様態で行われる。

【0041】

遠距離モードでは、時刻 t1 に開始される圧電振動子 20 への電力の供給中には第 3 スイッチ 27a を OFF とし、第 4 スイッチ 27b を ON とする。こうすることにより、電力の供給中における抵抗での電力消費を抑制することができる。続いて、時刻 t2 で電力の供給が終了すれば、第 3 スイッチ 27a を ON とし第 4 スイッチ 27b を OFF とする。こうすることにより、圧電振動子 20 に並列接続される抵抗値を小さくし、残響を早期に減少させることができる。

10

【0042】

近距離モードでは、時刻 t1 に開始される圧電振動子 20 への電力の供給中には第 3 スイッチ 27a を ON とし、第 4 スイッチ 27b を OFF とする。こうすることにより、電力の供給中における抵抗での電力消費を抑制することができる。続いて、時刻 t2 で電力の供給が終了すれば、第 3 スイッチ 27a 及び第 4 スイッチ 27b を共に ON とする。こうすることにより、圧電振動子 20 に並列接続される抵抗値を小さくし、残響を早期に減少させることができる。このとき、圧電振動子 20 へ電力が供給される時間、すなわち時刻 t1 と時刻 t2 の間隔を、遠距離モードよりも短くしている。こうすることにより、圧電振動子 20 の残響をより小さくすることができ、それにより残響時間を短縮することができる。

20

【0043】

なお、図 5 (a) 及び (b) で示したスイッチングパターンはあくまで一例であり、遠距離モードでの抵抗値が近距離モードでの抵抗値よりも大きくなっていればよい。また、第 1、第 2 実施形態のごとく、残響の終了後には、抵抗値を大きくする制御を行うものとしてもよい。

【0044】

< 第 6 実施形態 >

30

本実施形態に係る超音波センサは、回路構成の一部が上記各実施形態に係る超音波センサと異なっている。図 6 は、本実施形態に係る超音波センサの回路図である。

【0045】

圧電振動子 10 には、第 1 実施形態と同様に、第 1 抵抗 11、及び、第 1 コイル 12 が並列接続されており、第 1 コイル 12 は磁氣的に結合する第 2 コイル 13 とによりトランスを構成している。

【0046】

第 2 コイル 13 の一端は、第 2 抵抗 31 を介して第 1 ダイオード 32 のアノードに接続されており、第 2 コイル 13 の他端は、第 3 抵抗 33 を介して第 2 ダイオード 34 のアノードに接続されている。これら第 1、第 2 ダイオード 32、34 のカソードは、第 3 スイッチ 35 を介して接地されている。

40

【0047】

制御部 300 は、第 1 スイッチ 15、第 2 スイッチ 16、及び第 3 スイッチ 35 へ制御信号を送信する。なお、第 1 スイッチ 15、第 2 スイッチ 16、及び第 3 スイッチ 35 の制御のタイミングは、第 1 実施形態と同等であるため、その説明を省略する。

【0048】

上記構成により、本実施形態に係る超音波センサは、第 1 実施形態に準ずる効果を奏する。

【0049】

< 第 7 実施形態 >

50

本実施形態に係る超音波センサは、回路構成の一部が上記各実施形態に係る超音波センサと異なっている。図7は、本実施形態に係る超音波センサの回路図である。

【0050】

圧電振動子10には、第1実施形態と同様に、第1抵抗11、及び、第1コイル12が並列接続されており、第1コイル12は磁氣的に結合する第2コイル13とによりトランスを構成している。

【0051】

第2コイル13の一端は、第2抵抗31を介して第1ダイオード32のアノードに接続されており、第2コイル13の他端は、第3抵抗33を介して第2ダイオード34のアノードに接続されている。第1ダイオード32のカソード及び第2ダイオード34のカソードは、第1接続点41に接続されている。その第1接続点41は、第3スイッチ42を介して接地されている。

10

【0052】

第3スイッチ42の導通制御端子であるゲートは、第2接続点43、補助スイッチ44を介して接地されている。補助スイッチ44のゲートへは、抵抗45を介して制御信号が入力されるように構成されている。また、補助スイッチ44のゲートと接地部位間には、コンデンサ46が設けられている。

【0053】

第1接続点41と第2接続点43とは、第4抵抗47を介して接続されており、第2接続点43は、コンデンサ48を介して接地されている。すなわち、第4抵抗47とコンデンサ48とによりRC直列回路を構成しており、そのRC直列回路が第3スイッチ42に対して並列接続されている。

20

【0054】

制御部400は、第1スイッチ15、第2スイッチ16、及び補助スイッチ44へ制御信号を送信する。第1スイッチ15及び第2スイッチ16の制御のタイミングは、第1実施形態と同等である。また、補助スイッチ44の制御のタイミングは、第1実施形態における第3スイッチ17の制御のタイミングと同等である。

【0055】

制御部400が補助スイッチ44をONとすれば、第3スイッチ42のゲート電圧が閾値よりも大きくなり、第3スイッチ42がONとなる。このとき、第2コイル13の両端間の電位は0Vを中心として振動するものの、第4抵抗47とコンデンサ48とにより構成されるRC直列回路が第3スイッチ42に並列接続されているため、第3スイッチ42のゲート電圧は閾値よりも大きい値に維持される。そのため、第3スイッチ42のON状態が維持される。

30

【0056】

制御部400が補助スイッチ44をOFFとすれば、それに伴い第3スイッチ42もOFFとなる。このとき、第3スイッチ42に並列接続される第4抵抗47とコンデンサ48とにより構成されるRC直列回路により、第2コイル13の両端間の電位差は、0Vから緩やかに上昇することとなる。すなわち、トランスの第2コイル13側の電圧変化を第1コイル12で増幅したとしても、その変化は緩やかであるため、急激な電圧変化に起因する第1コイル12側でのノイズの発生を抑制することができる。

40

【0057】

続いて、本実施形態に係る制御部400が実行する処理を図8のタイムチャートを用いて説明する。上述した通り、第2コイル13の両端間の電位差は、緩やかに増加するため、図8において破線で示したノイズの発生が抑制される。

【0058】

上記構成により、本実施形態に係る超音波センサは、第6実施形態に係る超音波センサが奏する効果に準ずる効果に加えて、以下の効果を奏する。

【0059】

・第3スイッチ42に、第4抵抗47とコンデンサ48とにより構成されるRC直列回

50

路を並列接続しているため、第3スイッチ42をOFFとした際のトランスの第2コイル13側の電圧の変化を緩やかにすることができる。そのため、電圧の急激な変化に基づくノイズの発生を抑制することができる。第3スイッチ42をOFFとした際にノイズが生じていれば、そのノイズが減衰するまでは反射波の受信精度が低下するため、ノイズが十分に減衰した後に反射波の受信待機を行うこととなる。そのため、受信待機までの時間が延び、近距離の物体の検知が困難となる。この点、第4抵抗47とコンデンサ48とにより構成されるRC直列回路により、図8の破線で示したノイズを抑制できるため、より近距離の物体の位置も精度よく検知できる。したがって、超音波センサの検知範囲を拡大することができる。

【0060】

10

<変形例>

・第1実施形態において、駆動回路中に第2抵抗18と第3スイッチ17との直列接続体を設け、圧電振動子10の駆動の際に用いられる第1コイル12及び第2コイル13を用いて、残響時間を低減するものとしている。この点、第1コイル12及び第2コイル13とは異なる一対のコイルをさらに設け、その一対のコイルの一方に接続された抵抗とスイッチの直列接続体により抵抗部を構成するものとしてもよい。

【0061】

・第1実施形態において、第3スイッチ17をOFFとする制御を行う契機として、波高が閾値である h_{min} を下回ることを採用した。この点、圧電振動子10への電力の供給を終了する時刻 t_2 から所定時間経過後に、第3スイッチ17をOFFするものとしてもよい。なお、この所定時間は予め定められたものであるが、気温や湿度等の諸条件により補正を行うものとしてもよい。

20

【0062】

・第2実施形態～第5実施形態において、抵抗を並列接続し、その接続様態を変更することにより圧電振動子20に並列接続される抵抗の合成抵抗を変更するものとした。この点、圧電振動子20に可変抵抗を並列接続し、その抵抗値を変更するものとしてもよい。

【0063】

・各実施形態において、トランスの一次側を構成するコイル、すなわち第2コイル13について、センタータップが設けられているものとしたが、センタータップが設けられないコイルを用いてもよい。この場合には、順方向の電圧と逆方向の電圧とを交互に印加することができる電源回路を用いて電力を供給するものとすればよい。

30

【0064】

・第1実施形態において、第3スイッチ17と第2抵抗18との直列接続体に、さらにスイッチと抵抗との直列接続体を設け、合成抵抗値を複数段階に変更可能としてもよい。また、第2抵抗18を可変抵抗としてもよい。

【0065】

・第2～第5実施形態において、第1抵抗21及び第2抵抗28に加えてさらに抵抗を並列接続し、その抵抗の接続状態を切り替えるスイッチを設けるものとしてもよい。

【0066】

・第5実施形態で示した、近距離モードにおける電力の供給時間を遠距離モードよりも短くする制御を第3、第4実施形態に適用してもよい。

40

【0067】

・第6、第7実施形態では、第2コイル13の両端のそれぞれに第2抵抗31及び第3抵抗が接続され、それら第2抵抗31、第3抵抗33が第3スイッチ35を介して接地されている。この点、第2コイル13の両端のそれぞれと、抵抗及びスイッチとを接続する具体的構成は、上記実施形態に限られない。例えば、第2コイル13の両端のそれぞれをダイオードを介してひとつの抵抗に接続し、その抵抗をスイッチを介して接地する構成としてもよい。また、ダイオードと抵抗との間にスイッチを設けてもよい。すなわち、第2コイルの両端のそれぞれと接地部位との間に、スイッチを介して接続される抵抗を備えていけばよい。

50

【 0 0 6 8 】

・第7実施形態では、補助スイッチ44、第4抵抗47、及びコンデンサ48により、第3スイッチ42の開閉状態の切り替えを遅延させる遅延回路を構成するものとしたが、遅延回路の構成は、これに限られることはない。

【 0 0 6 9 】

・実施形態では超音波センサにより物体との距離を計測するものとしたが、所定距離以内における物体の存在を検知するために用いるものとしてもよい。

【 0 0 7 0 】

・実施形態では、超音波センサを車両等の移動体に搭載するものとしたが、搭載対象はこれに限られない。静止物等に搭載し、その静止物の周囲に存在する物体との距離を検出

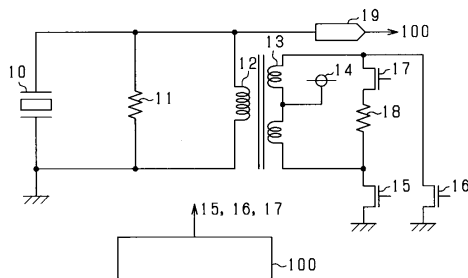
10

【符号の説明】

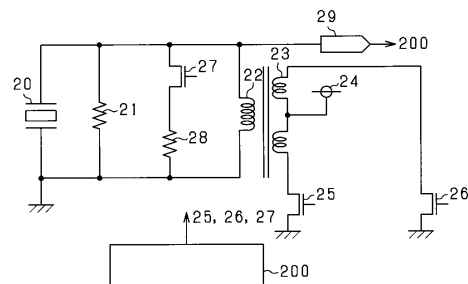
【 0 0 7 1 】

10...圧電振動子、11...第1抵抗、12...第1コイル、13...第2コイル、17...第3スイッチ、18...第2抵抗、20...圧電振動子、21...第1抵抗、27...第3スイッチ、27a...第3スイッチ、27b...第4スイッチ、28...第2抵抗、31...第2抵抗、33...第3抵抗、35...第3スイッチ、41...第1接続点、42...第3スイッチ、43...第2接続点、44...補助スイッチ、47...第4抵抗、48...コンデンサ、100...制御部、200...制御部、300...制御部、400...制御部。

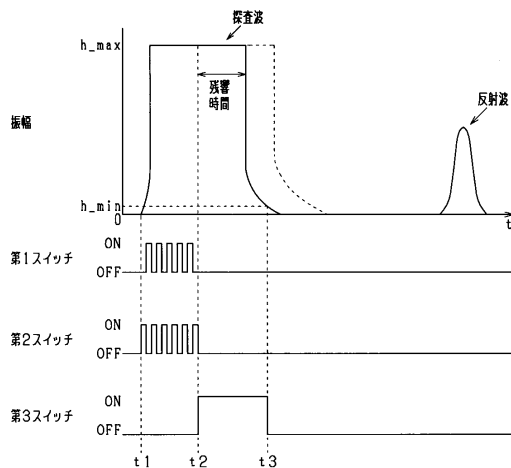
【図1】



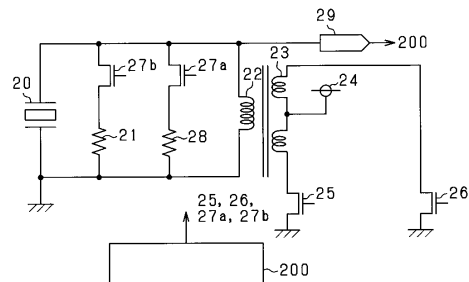
【図3】



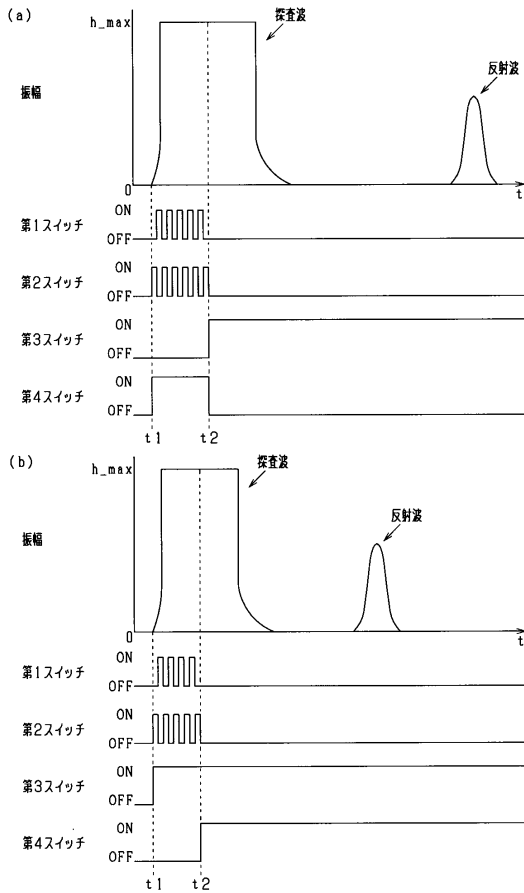
【図2】



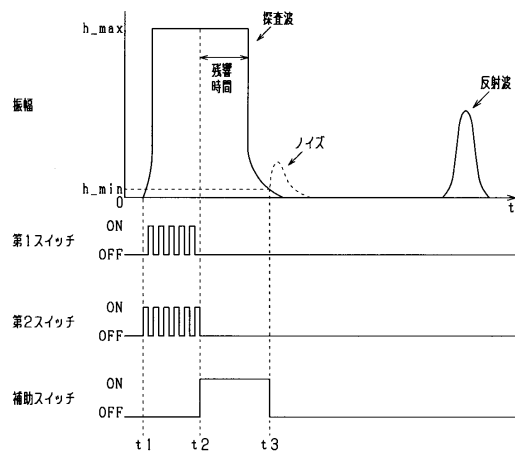
【図4】



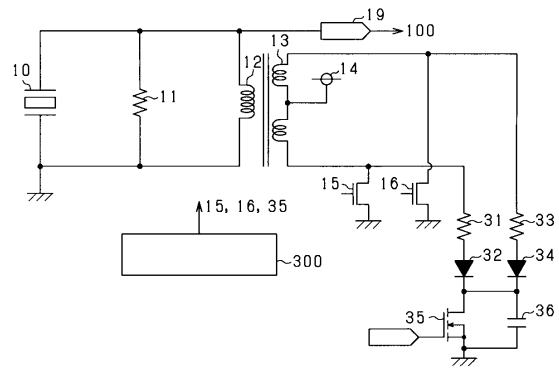
【図 5】



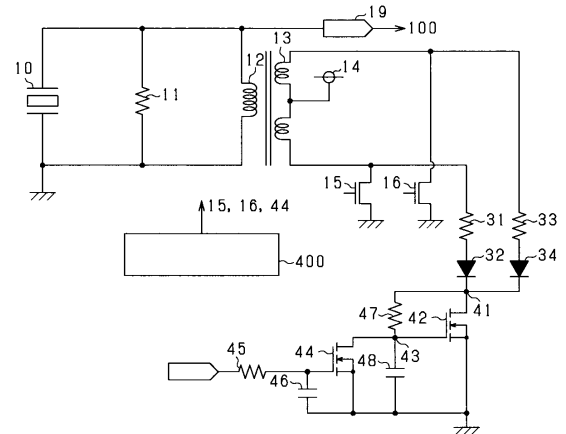
【図 8】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 松浦 充保
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内
- (72)発明者 原田 岳人
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内
- (72)発明者 青山 哲也
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 小山 優
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 吉田 久

- (56)参考文献 特開昭61-23984(JP,A)
特開昭59-17181(JP,A)
実開昭60-161880(JP,U)
特開2014-115255(JP,A)
特開2013-250169(JP,A)
特開昭59-49098(JP,A)
米国特許出願公開第2006/0215492(US,A1)
特開2002-86069(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/52-7/64、
15/00-15/96
H04R 17/00-17/10
G08G 1/16
B60R 21/00