

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4635996号
(P4635996)

(45) 発行日 平成23年2月23日(2011.2.23)

(24) 登録日 平成22年12月3日(2010.12.3)

(51) Int.Cl.

F 1

HO4R 17/10 (2006.01)
HO4R 17/00 (2006.01)HO4R 17/10 330Z
HO4R 17/00 330J

請求項の数 12 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2006-260737 (P2006-260737)
 (22) 出願日 平成18年9月26日 (2006.9.26)
 (65) 公開番号 特開2008-85462 (P2008-85462A)
 (43) 公開日 平成20年4月10日 (2008.4.10)
 審査請求日 平成20年12月4日 (2008.12.4)

(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 100095795
 弁理士 田下 明人
 (72) 発明者 杉浦 真紀子
 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 渡邊 和明
 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 奥田 泰行
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】超音波センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波を送信する送信手段から送信され、被検出体にて反射された超音波が伝達して振動する振動部と、この振動部に超音波を伝達する伝達部とを有した超音波検出素子と、

前記被検出体にて反射された超音波を受信する受信面が前記被検出体の存在する空間側に露出し、前記受信面と対向する面に、前記伝達部において前記超音波検出素子が取り付けられ、前記受信面で受信した超音波を前記伝達部に伝達するとともに、前記受信面で受信した超音波により内部に定在波が発生し、繰り返し変形が生じる音響整合部材とを備え、

前記振動部は、前記音響整合部材の繰り返し変形により共振するように構成されていることを特徴とする超音波センサ。

【請求項 2】

前記超音波検出素子は、基板を用いてMEMS (Micro Electro Mechanical System) 技術により形成されており、前記振動部が前記基板の薄肉部として形成されたことを特徴とする請求項1に記載の超音波センサ。

【請求項 3】

前記振動部は、圧電材料を用いて構成され、振動によって生じる歪みにより振動を検出する圧電式振動検出部であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の超音波センサ。

【請求項 4】

10

20

前記圧電材料は、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）系材料であることを特徴とする請求項3に記載の超音波センサ。

【請求項5】

前記振動部は、一对の電極を備え、この電極間の容量変化により振動を検出する容量式振動検出部であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の超音波センサ。

【請求項6】

前記伝達部材は、前記振動部の端部を持ち上げて支持する支持部材として形成されたことを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれか1つに記載の超音波センサ。

【請求項7】

前記振動部は、前記支持部材に片持ち支持されていることを特徴とする請求項6に記載の超音波センサ。

10

【請求項8】

前記超音波検出素子が、前記振動部が前記対向する面に対して略垂直になるように、前記音響整合部材に取り付けられたことを特徴とする請求項1ないし請求項7のいずれか1つに記載の超音波センサ。

【請求項9】

前記振動部は、前記伝達部を兼ねて、前記対向する面に取り付けられており、前記振動部の前記対向する面と反対側の面に、前記振動部の変形を増幅する増幅部材が設けられていることを特徴とする請求項3または請求項4に記載の超音波センサ。

【請求項10】

20

前記音響整合部材は、樹脂系材料により形成されたことを特徴とする請求項1ないし請求項9のいずれか1つに記載の超音波センサ。

【請求項11】

前記樹脂系材料は、ポリカーボネート系樹脂であることを特徴とする請求項10に記載の超音波センサ。

【請求項12】

車両のヘッドライトカバー、リアランプのカバー、ウインカのカバー、バックランプのカバー、ドアミラー、または、バンパに設けられていることを特徴とする請求項1ないし請求項11のいずれか1つに記載の超音波センサ。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

この発明は、音響整合層に超音波振動子を装着した超音波センサに関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、金属、樹脂材料等の基板に超音波振動子を接着した超音波センサとして、例えば、自動車（車両）に搭載されたものが知られている。この超音波センサは、超音波の送受信が可能な素子から超音波を送信して、被検出体に当たって反射された超音波をこの素子によって受信することにより、自動車の周囲にある物体の位置測定または距離測定や、当該物体の2次元形状または3次元形状の測定などを行う。

40

このような超音波センサには、音響インピーダンスを調整して、送受信する超音波の伝達効率を向上させる音響整合層を設けられているものがあり、例えば、圧電素子の片面に、合成樹脂にガラスバルーンを分散させた材料により形成された音響整合層が固定された超音波センサが知られている。（特許文献1）。

【特許文献1】特開平10-224895号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ここで、この種の超音波センサは、外部から見える位置に取り付けられるため、美観を損ねることがないように、超音波センサを小型化する、つまり、外部に露出する音響整合

50

層の面積を小さくすることが求められている。

音響整合層の面積を小さくするためには、音響整合層に装着する超音波検出素子を小型化する必要があるが、例えば、バルク状の圧電材料からなる圧電素子を超音波検出素子に用いた場合、音響整合層の振動で超音波検出素子の検出部が共振することにより、受信強度を増大させて検出感度を向上させる共振設計を行うことが困難である。つまり、音響整合層の小型化と超音波の検出感度の向上とを両立させることが困難であるという問題があった。

【 0 0 0 4 】

そこで、この発明では、音響整合層を小型化するとともに、超音波の検出感度を向上させることができ可能な超音波センサを実現することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 5 】

この発明は、上記目的を達成するため、請求項 1 に記載の発明では、超音波センサにおいて、超音波を送信する送信手段から送信され、被検出体にて反射された超音波が伝達して振動する振動部と、この振動部に超音波を伝達する伝達部とを有した超音波検出素子と、前記被検出体にて反射された超音波を受信する受信面が前記被検出体の存在する空間側に露出し、前記受信面と対向する面に、前記伝達部において前記超音波検出素子が取り付けられ、前記受信面で受信した超音波を前記伝達部に伝達するとともに、前記受信面で受信した超音波により内部に定在波が発生し、繰り返し変形が生じる音響整合部材とを備え、前記振動部は、前記音響整合部材の繰り返し変形により共振するように構成されている、という技術的手段を用いる。

20

【 0 0 0 6 】

請求項 1 に記載の発明によれば、超音波検出素子の振動部は、受信面で受信した超音波により発生する定在波によって音響整合部材に生じる繰り返し変形により共振するように構成されているため、音響整合部材の受信面の大きさによらず、振動部において伝達される振動の振幅を増大させることができるので、超音波の検出感度を向上させることができる。つまり、音響整合層を小型化するとともに、超音波の検出感度を向上させることができ可能な超音波センサを実現することができる。

【 0 0 0 7 】

請求項 2 に記載の発明では、請求項 1 に記載の超音波センサにおいて、前記超音波検出素子は、基板を用いて M E M S (Micro Electro Mechanical System) 技術により形成されており、前記振動部が前記基板の薄肉部として形成された、という技術的手段を用いる。

30

【 0 0 0 8 】

請求項 2 に記載の発明によれば、超音波検出素子は、基板を用いて M E M S (Micro Electro Mechanical System) 技術により形成されており、振動部が基板の薄肉部として形成されているため、振動部の形状により、全体の寸法を変えることなく、振動部の共振周波数を所定の周波数に設定する共振設計が可能である。これにより、超音波センサを小型化することができるので、超音波センサを取り付ける音響整合部材も小型化することができる。

40

また、振動部が薄肉に形成されているため、振動部の変位を増大させることができるので、超音波の検出感度を向上させることができる。

【 0 0 0 9 】

請求項 3 に記載の発明では、請求項 1 または請求項 2 に記載の超音波センサにおいて、前記振動部は、圧電材料を用いて構成され、振動によって生じる歪みにより振動を検出する圧電式振動検出部である、という技術的手段を用いる。

【 0 0 1 0 】

請求項 3 に記載の発明によれば、振動部は、圧電材料を用いて構成され、振動により生じる歪みにより振動を検出する圧電式振動検出部であるため、共振により生じる振動部の変位を電圧信号に変換して超音波検出素子から出力される信号強度が強く、超音波の受信

50

感度が高いので、超音波の検出感度を向上させることができる。

【0011】

請求項4に記載の発明では、請求項1に記載の超音波センサにおいて、前記圧電材料は、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)系材料である、という技術的手段を用いる。

【0012】

請求項4に記載の発明によれば、振動部に用いる圧電材料が、圧電定数の大きいチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)系材料であるので、音圧が小さな超音波の受信をすることができ、超音波の検出感度を向上させることができる。

【0013】

請求項5に記載の発明では、請求項1または請求項2に記載の超音波センサにおいて、前記振動部は、一対の電極を備え、この電極間の容量変化により振動を検出する容量式振動検出部である、という技術的手段を用いる。 10

【0014】

請求項5に記載の発明によれば、振動部は、一対の電極を備え、この電極間の容量変化により振動を検出する容量式振動検出部であり、容量式振動検出部は共振周波数がプロードであるので、振動部に高い寸法精度が要求されず、容易に共振設計をすることができる。

【0015】

請求項6に記載の発明では、請求項1ないし請求項5のいずれか1つに記載の超音波センサにおいて、前記伝達部材は、前記振動部の端部を持ち上げて支持する支持部材として形成された、という技術的手段を用いる。 20

【0016】

請求項7に記載の発明では、請求項6に記載の超音波センサにおいて、前記振動部は、前記支持部材に片持ち支持されている、という技術的手段を用いる。

【0017】

請求項6に記載の発明によれば、伝達部材は、振動部の端部を持ち上げて支持する支持部材として形成されているため、振動部の変形を拘束する部分が少なく、振動が伝達されると大きく変形するので、超音波の検出感度を向上させることができる。

請求項7に記載の発明によれば、振動部は、支持部材に片持ち支持されているため、更に、振動部の変形を拘束する部分を少なくすることができ、超音波の検出感度を向上させることができる。 30

【0018】

請求項8に記載の発明では、請求項1ないし請求項7のいずれか1つに記載の超音波センサにおいて、前記超音波検出素子が、前記振動部が前記対向する面に対して略垂直になるように、前記音響整合部材に取り付けられた、という技術的手段を用いる。

【0019】

請求項8に記載の発明によれば、超音波検出素子が、振動部が対向する面に対して略垂直になるように、音響整合部材に取り付けられているため、振動部が受信面に対向する面において片持ち支持された状態になり、音響整合部材の受信面に対向する面の面方向の振動に対して、振動部を変位しやすくすることができるので、超音波の検出感度を向上させることができる。 40

【0020】

請求項9に記載の発明では、請求項3または請求項4に記載の超音波センサにおいて、前記振動部は、前記伝達部を兼ねて、前記対向する面に取り付けられており、前記振動部の前記対向する面と反対側の面に、前記振動部の変形を増幅する増幅部材が設けられている、という技術的手段を用いる。

【0021】

請求項9に記載の発明によれば、振動部は、伝達部を兼ねて、対向する面に取り付けられており、振動部の対向する面と反対側の面に、振動部の変形を増幅する増幅部材が設けられているため、主に超音波の伝達方向への振動部の変形を増幅部材により増幅すること 50

ができるので、超音波の検出感度を向上させることができる。

【0022】

請求項10に記載の発明では、請求項1ないし請求項9のいずれか1つに記載の超音波センサにおいて、前記音響整合部材は、樹脂系材料により形成された、という技術的手段を用いる。

【0023】

請求項10に記載の発明によれば、音響整合部材は、樹脂系材料により形成されているため、金属材料などに比べて、定在波を発生させるための厚さ（受信面と対向する面との間隔）が大きくなるので、外部からの異物の衝突などから超音波検出素子を保護する保護部材として有効に作用する。

10

【0024】

請求項11に記載の発明では、請求項10に記載の超音波センサにおいて、前記樹脂系材料は、ポリカーボネート系樹脂である、という技術的手段を用いる。

【0025】

請求項11に記載の発明によれば、音響整合部材は、弾性率の温度変化が小さいポリカーボネート系樹脂により形成されているため、温度変化に伴う超音波の波長の変化を小さくすることができるので、定在波を安定して発生させることができる。

【0026】

請求項12に記載の発明では、請求項1ないし請求項11のいずれか1つに記載の超音波センサにおいて、車両のヘッドライトカバー、リアランプのカバー、ウインカのカバー、バックランプのカバー、ドアミラー、または、バンパに設けられている、という技術的手段を用いる。

20

【0027】

請求項12に記載の発明によれば、超音波センサは、車両に搭載して用いることができ、用途に合わせて、各種部材に設けることができる。例えば、超音波センサを車両前方の障害物センサなどに適用する場合には、ヘッドライトカバー、または、バンパに設けることができる。超音波センサを車両側方の障害物センサとして用いる場合には、ウインカのカバー、または、ドアミラーに設けることができる。超音波センサを車両後方の障害物センサとして用いる場合には、リアランプのカバー、または、バックランプのカバーに設けることができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

第1実施形態

この発明に係る超音波センサの第1実施形態について、図を参照して説明する。ここでは、超音波センサを車両に搭載して障害物センサとして使用する場合を例に説明する。

図1は、本実施形態の超音波センサの説明図である。図1(A)は、本実施形態の超音波センサの縦断面説明図であり、図1(B)は、図1(A)を音響整合部材側(X方向)から見た平面説明図である。図2は、超音波検出素子の説明図である。図2(A)は、超音波検出素子を図1(A)のY方向から見た平面説明図であり、図2(B)は、図2(A)のA-A矢視断面説明図である。図3は、音響整合部材の定在波による変形挙動を示す概念図である。図4は、本実施形態の超音波センサの車両への搭載位置の説明図である。

40

ここで、図1(A)の下方向及び図1(B)の手前側が車両の外部を示す。なお、各図では、説明のために一部を拡大し、一部を省略して示している。

【0029】

(超音波センサの構造)

図1(A)及び(B)に示すように、超音波センサ1は、超音波発生素子から車両前方に送信され、車両前方に存在する被検出体(障害物)で反射された超音波を検出する超音波検出素子10と、超音波を受信し、振動を伝達する音響整合部材32とを備えている。

【0030】

超音波検出素子10は、音響整合部材32の超音波を受信する受信面32aに対向する

50

取付面 3 2 b の中央に、支持部材 1 1 a の底面 1 1 n において、接着剤などにより取り付けられている。音響整合部材 3 2 は、車両 6 0 の所定の位置、本実施形態ではバンパ 2 0 (図 4) に取り付けられている。

バンパ 2 0 には、音響整合部材 3 2 を挿通可能な大きさに貫通形成された取付部 2 0 a が設けられている。音響整合部材 3 2 は、受信面 3 2 a 近傍の側面部 3 2 c において、取付部 2 0 a との間に超音波の伝達を防止する振動減衰部材 3 3 を介在させて、受信面 3 2 a をバンパ 2 0 の外部に露出させた状態で取付部 2 0 a に取り付けられる。

ここで、音響整合部材 3 2 の受信面 3 2 a は、振動減衰部材 3 3 及びバンパ 2 0 の外表面 2 0 b との間に段差がなく、滑らかな平坦面を形成している。

【 0 0 3 1 】

超音波検出素子 1 0 は、図 2 (A) 及び (B) に示すように、S O I (Silicon On Insulator) 構造の四角形状の半導体基板 1 1 を用いて形成されている。半導体基板 1 1 は、シリコンからなる支持部材 1 1 a の上面 1 1 m 上に、第 1 絶縁膜 1 1 b 、シリコン活性層 1 1 c 、第 2 絶縁膜 1 1 d がこの順番で積層されて形成されている。なお、基板としては、ガラス基板などを用いることもできる。

半導体基板 1 1 の中央部は、M E M S (Micro Electro Mechanical System) 技術により、支持部材 1 1 a 及び第 1 絶縁膜 1 1 b の中央部が四角形状に除去される。これにより、支持部材 1 1 a は中央部が四角形にくり抜かれた平板状に、残されたシリコン活性層 1 1 c 及び第 2 絶縁膜 1 1 d は、四角形の薄膜状に形成されている。

【 0 0 3 2 】

第 2 絶縁膜 1 1 d 上には、薄膜状に形成された部分を覆って、圧電式の振動検出部 1 2 が形成されている。振動検出部 1 2 は、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛 (P Z T) からなる圧電体薄膜 1 2 a を下面電極 1 3 及び上面電極 1 4 で挟んで形成されている。

これにより、支持部材 1 1 a により端部が持ち上げられた振動部 1 5 が形成される。支持部材 1 1 a は、振動部 1 5 に振動を伝達する伝達部として作用する。

ここで、振動部 1 5 は、圧電体薄膜 1 2 a 、下面電極 1 3 及び上面電極 1 4 の形状や支持部材 1 1 a の間隔などを変更することにより、共振周波数を変更することができる。つまり、M E M S 技術を利用して作製された超音波検出素子 1 0 では、全体の寸法を変えることなく、振動部 1 5 の共振周波数を所定の周波数に設定する共振設計が可能である。

振動部 1 5 は、後述する定在波の発生による音響整合部材 3 2 の繰り返し変形により共振する形状に共振設計されている。

この共振により生じる振動部 1 5 の変位を振動検出部 1 2 により電圧信号に変換して、超音波を検出する。

【 0 0 3 3 】

音響整合部材 3 2 は、空気より音響インピーダンスが大きい材料を用いて、横断面が略正方形の四角柱状に形成されている。

音響整合部材 3 2 は、空気との界面における超音波の反射を抑制して、入射する超音波を増大させるために、音響インピーダンスが小さい材料で形成されている。本実施形態では、音響整合部材 3 2 は、ポリカーボネート系樹脂などの耐久性に優れた樹脂材料により形成されている。ポリカーボネート系樹脂は弾性率の温度変化が小さいため、温度変化に伴う超音波の波長の変化を小さくすることができるので、後述する定在波を安定して発生させることができる。

また、バンパ 2 0 の外部から視認できない位置に超音波検出素子 1 0 が取り付けられているため、音響整合部材 3 2 は、異物や水分などから超音波検出素子 1 0 を保護する保護部材としても作用する。このとき、金属材料などに比べて、厚さ T が大きくなるので、保護部材として有効に作用する。

【 0 0 3 4 】

音響整合部材 3 2 は、幅 W が超音波の空气中における波長の半分以下、厚さ T が超音波の音響整合部材 3 2 中における波長の 1 / 4 となるように形成されている。例えば、超音波の周波数が 6 5 k H z の場合、幅 W が 2 . 6 m m 、厚さ T が 5 m m 程度となる。

10

20

30

40

50

音響整合部材32の厚さTを超音波の波長の1/4となるように形成することにより、音響整合部材32内で定在波を発生させることができ。これにより、音響整合部材32内に入射した超音波と、音響整合部材32と超音波検出素子10との界面において反射された超音波とが干渉して互いに打ち消し合うことを低減することができる、超音波検出素子10に効率よく超音波を伝達することができる。

なお、音響整合部材32として樹脂材料を例示しているが、音響インピーダンスの関係及び波長と寸法との関係とを満足すれば、例えば、アルミニウムのような金属材料や、セラミックス、ガラスなどを用いることができる。これらの材料は、樹脂材料同様に、耐候性などの耐環境性を備えており、好適に用いることができる。

【0035】

10

音響整合部材32の形状は、横断面が略正方形の四角柱状に限らず、例えば、円柱でもよい。また、音響整合部材32の幅Wを超音波の波長の半分以下となるように形成することにより、複数の超音波センサ1をアレイ状に配置して用いる場合に、音響整合部材32の中央部の間隔が空气中を伝達する超音波の波長の1/2である検出精度が高い配置を行うことができる。超音波センサ1をアレイ化しない場合には、音響整合部材32の幅Wは超音波の空气中における波長の半分以下でなくてもよい。

【0036】

音響整合部材32の側面部32cとバンパ20の取付部20aとの間には、音響整合部材32を側面部32cにおいて取付部20aに固定するとともに、バンパ20の取付部20aとの間の振動の伝達を防止する振動減衰部材33が介在している。

20

振動減衰部材33は、音響整合部材32の受信面32aとバンパ20の外表面との間に段差がないように、音響整合部材32を取付部20aに固定する。振動減衰部材33は、接着剤などで音響整合部材32の側面部32c及び取付部20aに接着固定されている。

【0037】

振動減衰部材33は、音響整合部材32より音響インピーダンスが小さく、減衰定数が高い材料、例えば、シリコンゴムにより形成されている。更に、音響整合部材32には、弾性率が低い材料及び密度が小さい材料が好適に用いられる。例えば、ゴム系材料、発泡樹脂などの気孔を含む樹脂、スポンジなどを用いることができる。

このような材料により形成された振動減衰部材33が、バンパ20と音響整合部材32との間に介在することにより、超音波がバンパ20から取付部20aを介して音響整合部材32の側面部32cに伝達されてノイズの原因となることを防止することができる。また、弾性率が低い材料では、超音波による音響整合部材32の振動を拘束する力が小さいため、超音波振動の減衰を小さくすることができる。

30

【0038】

(超音波の伝達)

音響整合部材32の受信面32aにおいて超音波を受信すると、音響整合部材32は共振し、音響整合部材32の内部に定在波が発生する。

定在波が発生すると、音響整合部材32は厚さ方向に伸縮を繰り返して変形する。ここで、音響整合部材32が厚さ方向に伸長する場合には、図3(A)に示すように、幅方向に収縮し、取付面32bが外部に向かって凸状に変形する。この変形に従って超音波検出素子10の支持部材11aが幅方向に開くように変位するので、振動部15も外部に向かって凸状に変形する。

40

また、音響整合部材32が厚さ方向に収縮する場合には、図3(B)に示すように、幅方向に伸長し、取付面32bが外部に向かって凹状に変形する。この変形に従って超音波検出素子10の支持部材11aが幅方向に閉じるように変位するので、振動部15も外部に向かって凹状に変形する。

つまり、超音波検出素子10の振動部15は、音響整合部材32の定在波による繰り返し変形に従ってたわみ変形を繰り返す。そして、振動部15が振動することにより、超音波が超音波検出素子10により検出され、電圧信号に変換される。

50

【0039】

振動部15は、音響整合部材32の繰り返し変形の周波数、即ち、定在波の周波数で共振するように形成されているので、たわみ変形量が大きくなる。これにより、超音波検出素子10から出力される信号強度を増大させることができるので、超音波の検出感度を向上させることができる。

超音波検出素子10と電気的に接続された回路素子(図示せず)は、ECUに電気的に接続されており、超音波検出素子10から出力される電圧信号に基づいて演算処理を行う。例えば、送信した超音波と受信した超音波との時間差や位相差を求めることにより、障害物の検出や車両と障害物との距離測定などを行うことができる。

【0040】

10

音響整合部材32及び振動減衰部材33の材料の選択や塗装によりバンパ20と色調を揃えることにより、超音波センサ1の存在を目立たなくすることができる。従って、意匠性に優れた超音波センサ1を作製することができ、バンパ20の美観を保つことができる。

【0041】

超音波センサ1は、バンパ20以外の車両の部材に取り付けて使用することができる。例えば、図4に示すように、ヘッドランプカバー21に取り付けることができる。この構成を用いると、障害物などで反射した超音波が車両の一部に遮られることがないので、確実に超音波センサ1で検出することができ、障害物センサなどに超音波センサ1を適用する場合に有効である。

20

更に、超音波センサ1の用途に合わせて、他の部材に取り付けることもできる。例えば、超音波センサ1を車両側方の障害物センサとして用いる場合には、ウインカのカバー22、ドアミラー23などに取り付けることもできる。車両後方の障害物センサとして用いる場合には、リアランプのカバー24、バックランプのカバー25などに取り付けることもできる。

【0042】

本実施形態では、支持部材11aは中央部が四角形にくり抜かれた平板状に、残されたシリコン活性層11c及び第2絶縁膜11dは、四角形の薄膜状に形成されているが、支持部材11a及び第1絶縁膜11bの中央部を四角形状に除去せずに、平板状のまま用いることもできる。

30

超音波センサ1は、車両60以外にも、例えば、室内で使用するロボットなどに搭載することもできる。

【0043】

第1実施形態の効果

(1) 超音波検出素子10の振動部15は、音響整合部材32の受信面32aで受信した超音波により発生する定在波によって音響整合部材32に生じる繰り返し変形により共振するように構成されているため、音響整合部材32の受信面32aの大きさによらず、振動部15において伝達される振動の振幅を増大させることができるので、超音波の検出感度を向上させることができる。つまり、音響整合部材32を小型化するとともに、超音波の検出感度を向上させることができ可能な超音波センサ1を実現することができる。

40

【0044】

(2) 超音波検出素子10は、半導体基板11を用いてMEMS技術により形成されており、振動部15が半導体基板11の薄肉部として形成されているため、振動部15の形状により、全体の寸法をえることなく、振動部15の共振周波数を所定の周波数に設定する共振設計が可能である。これにより、超音波センサ1を小型化することができるので、超音波センサ1を取り付ける音響整合部材32も小型化することができる。

また、振動部15が薄肉に形成されているため、振動部15の変位を増大させることができるので、超音波の検出感度を向上させることができる。

【0045】

(3) 振動検出部12は、圧電定数の大きいチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)系材料を用

50

いて構成され、振動により生じる歪みにより振動を検出する圧電式振動検出部であるため、共振により生じる振動部 15 の変位を電圧信号に変換して超音波検出素子 10 から出力される信号強度が強く、超音波の受信感度が高いので、超音波の検出感度を向上させることができる。

【0046】

(4) 音響整合部材 32 は、樹脂系材料により形成されているため、金属材料などに比べて、定在波を発生させるための厚さ T が大きくなるので、外部からの異物の衝突などから超音波検出素子 10 を保護する保護部材として有効に作用する。特に、音響整合部材 32 を弾性率の温度変化が小さいポリカーボネート系樹脂により形成した場合、温度変化に伴う超音波の波長の変化を小さくすることができるので、定在波を安定して発生させることができる。

10

【0047】

(5) 本実施形態の超音波センサ 1 は、車両 60 に搭載して用いることができ、用途に合わせて、各種部材に設けることができる。例えば、超音波センサを車両前方の障害物センサなどに適用する場合には、ヘッドランプカバー 21、または、バンパー 20 に設けることができる。超音波センサ 1 を車両側方の障害物センサとして用いる場合には、ウインカのカバー 22、または、ドアミラー 23 に設けることができる。超音波センサを車両後方の障害物センサとして用いる場合には、リアランプのカバー 24、または、バックランプのカバー 25 に設けることができる。

【0048】

20

第 2 実施形態

この発明に係る超音波センサの第 2 実施形態について、図を参照して説明する。図 5 は、第 2 実施形態に係る超音波センサの一部拡大図である。図 5 (A) は、超音波センサを車両内側から見た平面説明図であり、図 5 (B) は、図 5 (A) の B-B 矢視断面図である。図 6 は、第 2 実施形態に係る超音波センサの変更例の説明図である。

なお、第 1 実施形態と同様の構成については、同じ符号を使用するとともに説明を省略する。

【0049】

第 2 実施形態に係る超音波センサ 2 では、超音波検出素子として、振動部が支持部材に片持ち支持された超音波検出素子 80 を採用する。

30

図 5 (A) 及び (B) に示すように、超音波検出素子 80 の振動部 85 は、シリコン活性層 11c、第 2 絶縁膜 11d、圧電体薄膜 82a を下面電極 83 及び上面電極 84 で挟んで形成されている圧電式の振動検出部 82 がこの順番で積層されて形成されており、支持部材 11a により片持ち支持されている。

この構成を使用すると、振動部 85 の両端を支持されている場合に比べて、振動部 85 の変形を拘束する部分が少ないため、振動部 85 の変形を大きくすることができるので、超音波の検出感度を向上させることができる。

【0050】

また、振動部 85 の一部を除去して剛性を低下させることにより、変位を発生しやすくなる構成を用いることができる。

40

例えば、図 6 に示すように、振動部 85 の中央部の幅を狭くした連結部 82b を形成し、ダンベル状としてもよい。

この構成を用いると、連結部 82b の端部 82c、82d 近傍、特に片持ち支持側の端部 82c 近傍に、振動による応力を集中させて発生させることができるために、振動部 85 の変位を大きくすることができるので、超音波の検出感度を向上させることができる。

また、応力が集中し、変位が大きくなる部位、例えば、連結部 82b の端部 82c、82d 近傍にのみ圧電体薄膜 82a を形成してもよい。

この構成を用いると、振動部 85 の全面に圧電体薄膜 82a が形成されている場合に比べて、圧電体薄膜 82a の変形が小さい部分を少なくすることができるため、出力の変化を大きくすることができるので、超音波の検出感度を向上させることができる。

50

なお、振動部の一部を除去して変位を発生しやすくする構成は、第1実施形態の超音波検出素子10の振動部15にも適用することができる。

【0051】

第2実施形態の効果

第2実施形態に係る超音波センサ2では、第1実施形態の効果を奏すことができるとともに、振動部85が、支持部材11aに片持ち支持されているため、振動部85の両端を支持されている場合に比べて、振動部85の変形を拘束する部分が少なく、振動部85の変形を大きくすることができるので、超音波の検出感度を向上させることができる。

【0052】

第3実施形態

この発明に係る超音波センサの第3実施形態について、図を参照して説明する。図7は、第3実施形態に係る超音波センサの一部拡大図である。

なお、第1実施形態と同様の構成については、同じ符号を使用するとともに説明を省略する。

【0053】

第3実施形態に係る超音波センサ3では、超音波検出素子として、電極間の容量変化により超音波を検出する容量式の振動検出部41を備えた超音波検出素子40を採用する。

図7(A)及び(B)に示すように、容量式の振動検出部41は、第1絶縁膜11b上に形成された第1電極16と、第1電極16に対向して所定のギャップをなすように形成された第2電極17とにより構成されている。ここで、本実施形態では、支持部材11a及び第1絶縁膜11bの中央部は四角形状に除去されず、平板状である。

第1電極16は、音響整合部材32の繰り返し振動により共振するように、厚さ、幅などの形状が形成されている。また、第1電極16には、振動による空気のダンピングの影響を避けるため、貫通形成された孔部16aが形成されている。

音響整合部材32が超音波を受信して、定在波が発生し振動すると、振動検出部41が振動する。ここで、第1電極16のみが共振するように構成されているため、第1電極16と第2電極17との間のギャップが変化して、各電極によって形成されるコンデンサの容量が変化する。この容量変化により、超音波を検出することができる。

ここで、容量式の振動検出部41は、共振周波数がブロードであるため、共振設計を行うために振動検出部41に高い寸法精度が要求されず、容易に共振設計をすることができる。

なお、超音波検出素子40では、支持部材11a及び第1絶縁膜11bの中央部を四角形状に除去した形状を採用することもできる。

【0054】

第3実施形態の効果

(1) 本実施形態に係る超音波センサ3の振動部は、一対の電極である第1電極16と第2電極17とを備え、この電極間の容量変化により振動を検出する容量式の振動検出部41であり、共振周波数がブロードであるので、高い寸法精度が要求されず、容易に共振設計をすることができる。

【0055】

その他の実施形態

(1) 超音波検出素子10を、振動部15が取付面32bに対して略垂直になるように、音響整合部材32に取り付けた構成を用いてもよい。例えば、図8に示すように、超音波検出素子10を、支持部材11aの側面部11pにおいて音響整合部材32の取付面32bに取り付ける。この構成を用いると、振動部15が取付面32bにおいて片持ち支持された状態になり、音響整合部材32の幅方向の振動に対して、振動部15を変位しやすくなることができるので、超音波の検出感度を向上させることができる。

ここで、他の実施形態の超音波検出素子についても、同様の構成を採用することができる。

【0056】

10

20

30

40

50

(2) 図9に示すように、振動部15を、音響整合部材32から振動を伝達する部材を兼ねて取付面32bに直接取り付け、振動部15の反対側の面に、振動部15の変形を増幅する増幅部材90を設ける構成を用いることができる。この構成を用いると、主に音響整合部材32の厚さ方向(超音波の伝達方向)への振動部15の変形を増幅部材90により増幅することができるので、超音波の検出感度を向上させることができる。増幅部材90としては半導体基板11やガラス基板などを用いることができる。

【0057】

(3) 各実施形態では、超音波を受信可能な超音波検出素子について示したが、超音波検出素子は、超音波を送信可能な素子を用いてもよい。この構成を用いると、音響整合部材32による送信する超音波の音圧を増大させることができる。

10

【0058】

[各請求項と実施形態との対応関係]

支持部材11aが請求項1に記載の伝達部に、取付面32bが対向する面にそれぞれ対応する。

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図1】本実施形態の超音波センサの説明図である。図1(A)は、本実施形態の超音波センサの縦断面説明図であり、図1(B)は、図1(A)を音響整合部材側(X方向)から見た平面説明図である。

20

【図2】超音波検出素子の説明図である。図2(A)は、超音波検出素子を図1(A)のY方向から見た平面説明図であり、図2(B)は、図2(A)のA-A矢視断面説明図である。

【図3】音響整合部材の定在波による変形挙動を示す概念図である。

【図4】本実施形態の超音波センサの車両への搭載位置の説明図である。

【図5】第2実施形態に係る超音波センサの一部拡大図である。図5(A)は、超音波センサを車両内側から見た平面説明図であり、図5(B)は、図5(A)のB-B矢視断面図である。

【図6】第2実施形態に係る超音波センサの変更例の説明図である。

【図7】第3実施形態に係る超音波センサの一部拡大図である。

【図8】超音波検出素子の音響整合部材への取付方法の変更例を示す説明図である。

30

【図9】超音波検出素子の変更例の説明図である。

【符号の説明】

【0060】

1、2、3 超音波センサ

10、40、80 超音波検出素子

11a 支持部材(伝達部)

12 振動検出部(圧電式振動検出部)

15 振動部

20 パンパ

20a 取付部

40

21 ヘッドランプカバー

22 ウインカーカバー

23 ドアミラー

24 リアランプのカバー

25 パックランプのカバー

32 音響整合部材

32a 受信面

32b 取付面(対向する面)

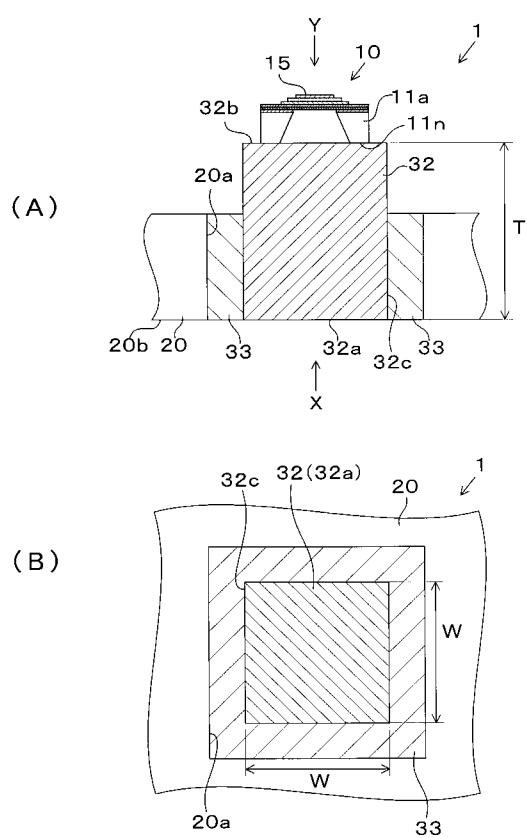
41 振動検出部(容量式振動検出部)

60 車両

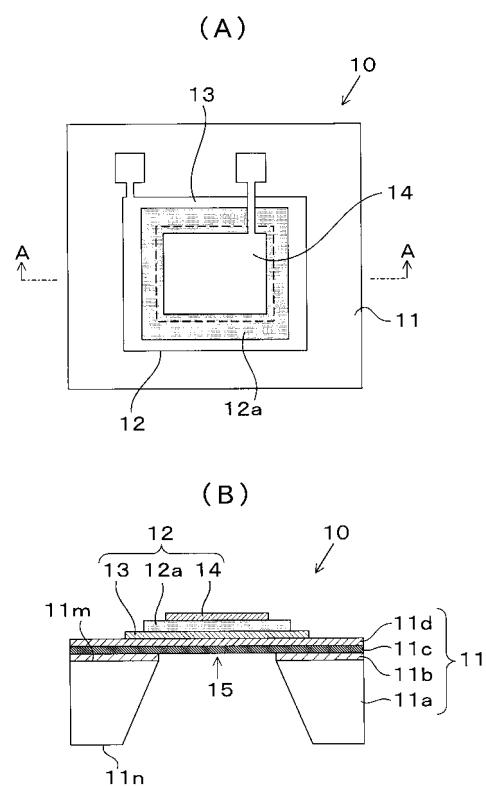
50

90 增幅部材

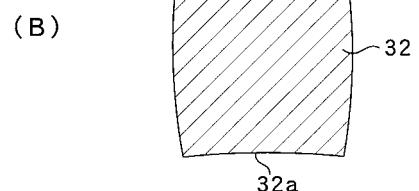
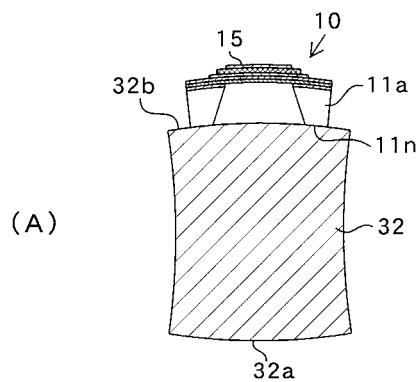
【図1】



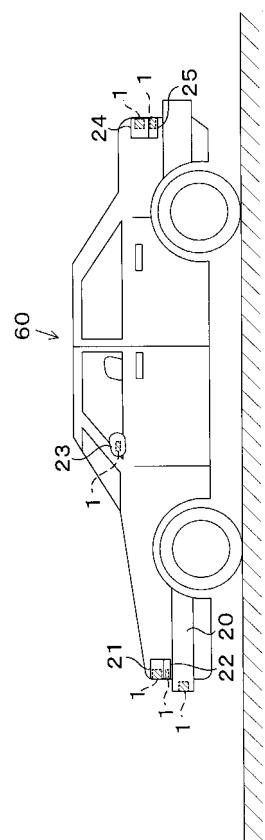
【図2】



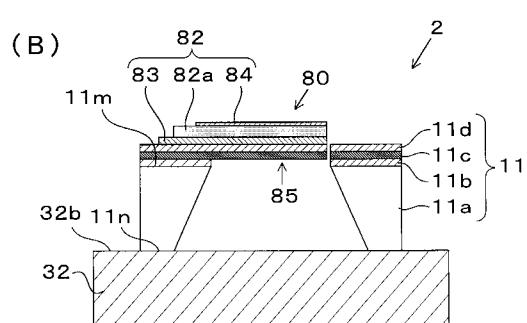
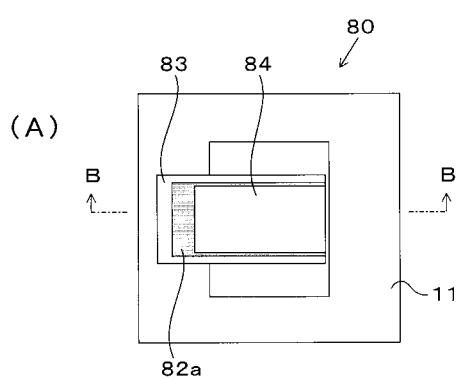
【図3】



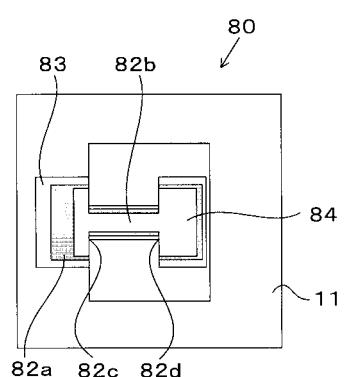
【図4】



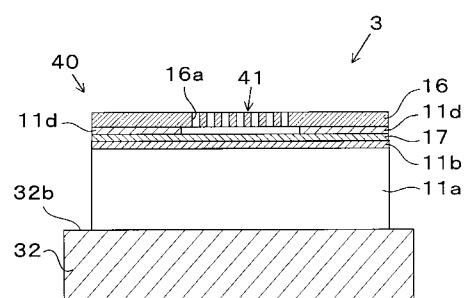
【図5】



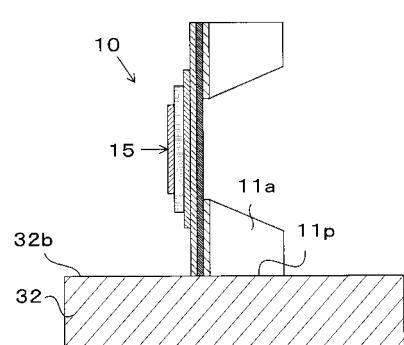
【図6】



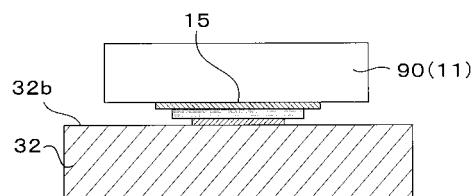
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

審査官 大野 弘

(56)参考文献 特開2002-058097(JP,A)
特開2000-228796(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 17/00

H04R 17/10