

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6879169号
(P6879169)

(45) 発行日 令和3年6月2日 (2021. 6. 2)

(24) 登録日 令和3年5月7日 (2021. 5. 7)

(51) Int. Cl.	F I
H O 4 R 17/00 (2006.01)	H O 4 R 17/00 3 3 O G
G O 1 S 7/521 (2006.01)	G O 1 S 7/521 Z
G O 1 S 7/52 (2006.01)	H O 4 R 17/00 3 3 O Z
	G O 1 S 7/52 U

請求項の数 13 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2017-212696 (P2017-212696)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成29年11月2日 (2017. 11. 2)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2019-87805 (P2019-87805A)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
(43) 公開日	令和1年6月6日 (2019. 6. 6)	(74) 代理人	110001128
審査請求日	令和2年5月15日 (2020. 5. 15)		特許業務法人ゆうあい特許事務所
		(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
		(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	野村 卓也
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
			社デンソー内

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】

超音波センサ (1) であって、

機械的振動と電気信号との間の変換機能を有する振動素子 (3) を備えた超音波マイクロフォン (1 a) に設けられた、第一電極 (2 ; 2 0 1) と、

前記超音波マイクロフォンの指向軸と交差する面内方向について前記第一電極とは異なる位置に設けられた、第二電極 (7) と、

前記第一電極と前記第二電極との間の静電容量変化に基づいて、当該超音波センサに対する付着物 (S) の有無を検知するように設けられた、検知部 (9 2) と、

を備えた超音波センサ。

10

【請求項 2】

前記超音波マイクロフォンは、ダイアフラム部 (2 2) と、前記ダイアフラム部の外縁を支持するように設けられたダイアフラム支持部 (2 1) とを有し、

前記振動素子は、前記ダイアフラム部に固定的に支持され、

前記第一電極は、前記ダイアフラム部、前記ダイアフラム支持部、または前記振動素子に設けられた、

請求項 1 に記載の超音波センサ。

【請求項 3】

前記第一電極は、

導体によって形成された前記ダイアフラム部または前記ダイアフラム支持部であり、

20

前記振動素子を構成するとともに前記ダイヤフラム部に固定的に支持された電極層と電氣的に接続された、

請求項 2 に記載の超音波センサ。

【請求項 4】

前記第一電極は、前記振動素子を構成するとともに前記ダイヤフラム部に固定的に支持された電極層と電氣的に絶縁されつつ接地された、

請求項 2 に記載の超音波センサ。

【請求項 5】

前記超音波センサの装着対象におけるボデー部品（B）に装着されるように構成された、

10

請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 つに記載の超音波センサ。

【請求項 6】

前記ボデー部品に装着された装着状態にて、前記第二電極は、前記ボデー部品に沿って配置されるように設けられた、

請求項 5 に記載の超音波センサ。

【請求項 7】

前記超音波マイクロフォンは、

前記指向軸と平行な第一方向（D 1）に軸方向を有し前記第一方向側の端部にて開口する筒状に形成されたダイヤフラム支持部（2 1）と、前記ダイヤフラム支持部における前記第一方向の反対方向である第二方向（D 2）側の端部を閉塞するように設けられた板状部であって前記第一方向側の主面である内表面（2 3）と前記第二方向側の主面である外表面（2 4）とを有するダイヤフラム部（2 2）と、を備えた素子支持部（2）と、

20

前記ダイヤフラム部に固定的に支持された前記振動素子と、

を有し、

前記ボデー部品は、板状に形成されるとともに、前記軸方向に貫通する貫通孔である取付孔（B 3）を有し、

前記素子支持部は、前記取付孔に前記ダイヤフラム部が挿入されるとともに、前記ダイヤフラム支持部が前記取付孔から前記第一方向に延出するように設けられた、

請求項 5 または 6 に記載の超音波センサ。

【請求項 8】

30

前記第二電極は、前記ダイヤフラム支持部に沿って設けられた、

請求項 7 に記載の超音波センサ。

【請求項 9】

前記素子支持部を弾性的に支持する弾性支持部材（4）と、

前記弾性支持部材を保持するセンサケース（5）と、

前記ボデー部品に装着された装着状態にて前記ボデー部品および前記センサケースに固定されることで、当該超音波センサを前記ボデー部品に保持するように構成された、取付部材（6）と、

をさらに備え、

前記第二電極は、前記弾性支持部材または前記取付部材に設けられた、

40

請求項 7 または 8 に記載の超音波センサ。

【請求項 1 0】

前記検知部は、複数の前記第二電極の各々と前記第一電極との間の静電容量変化に基づいて、前記付着物の付着位置を検知するように設けられた、

請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 つに記載の超音波センサ。

【請求項 1 1】

前記検知部は、前記振動素子を駆動する駆動信号の前記振動素子への入力が行われていないタイミング、または、前記振動素子からの出力信号に基づく当該超音波センサの周囲の物体検知動作が行われていないタイミングで、前記付着物の有無を検知するように設けられた、

50

請求項 1 ～ 1 0 のいずれか 1 つに記載の超音波センサ。

【請求項 1 2】

前記検知部は、前記第一電極と前記第二電極との間に第一周波数を有する第一検知電圧を印加した場合の第一インピーダンス変化と、前記第一電極と前記第二電極との間に前記第一周波数とは異なる第二周波数を有する第二検知電圧を印加した場合の第二インピーダンス変化とに基づいて、前記付着物の有無を検知するように設けられた、

請求項 1 ～ 1 1 のいずれか 1 つに記載の超音波センサ。

【請求項 1 3】

環境温度に対応する出力を発生するように設けられた、温度センサ（9 1）をさらに備え、

10

前記検知部は、前記温度センサの出力と前記静電容量変化とに基づいて、前記付着物の有無を検知するように設けられた、

請求項 1 ～ 1 2 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】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、超音波センサに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

超音波の送受信により物体を検知する超音波センサが知られている。具体的には、この種の超音波センサは、圧電素子等の振動素子によってダイアフラム部を励振して超音波を送信する。また、この種の超音波センサは、送信した超音波の物体からの反射波の受信に伴う、ダイアフラム部の振動を、電気信号に変換することで、物体を検知する。

20

【0 0 0 3】

この種の超音波センサにおいて、ダイアフラム部に水、泥、雪等が付着すると、超音波の送信および受信が阻害され、物体の検知性能が低下するという課題がある。このため、超音波センサに付着物が付着したことを検知可能な構成が、従来種々提案されている。例えば、特許文献 1 には、付着物により超音波振動子のインピーダンスが変化するため、この変化を検出することによって付着物の検知が可能である旨記載されている。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0 0 0 4】

【特許文献 1】特開昭 6 0 － 1 5 5 7 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

超音波センサは、車両の運転支援、例えば駐車支援等に、広く用いられている。また、超音波センサは、車両の自動運転等への活用が期待されている。さらに、超音波センサは、車両以外の用途についても活用が期待されている。具体的には、例えば、工場等に設けられる搬送機、農業機器（例えば耕耘機等）、小型航空機、等における、無人化あるいは自動化の際に、超音波センサが活用され得る。

40

【0 0 0 6】

上記の通り、超音波センサに対する付着物の付着は、超音波センサにおける検知性能の低下を引き起こす。このため、超音波センサに対する付着物の検知精度を向上することは、超音波センサにおける各種の用途において重要である。本発明は、上記に例示した事情等に鑑みてなされたものである。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 7】

請求項 1 に記載の超音波センサ（1）は、

機械的振動と電気信号との間の変換機能を有する振動素子（3）を備えた超音波マイク

50

ロフォン（１ａ）に設けられた、第一電極（２；２０１）と、

前記超音波マイクロフォンの指向軸と交差する面内方向について前記第一電極とは異なる位置に設けられた、第二電極（７）と、

前記第一電極と前記第二電極との間の静電容量変化に基づいて、当該超音波センサに対する付着物（Ｓ）の有無を検知するように設けられた、検知部（９２）と、

を備える。

【０００８】

上記構成においては、前記第一電極と前記第二電極との間に、静電容量が形成される。この静電容量は、前記超音波センサに対する前記付着物の付着の有無に応じて変化する。このため、前記第一電極と前記第二電極との間の静電容量変化に基づいて、前記付着物の付着の有無を、精度よく検知することが可能となる。

10

【０００９】

なお、上記および特許請求の範囲の欄における、各手段に付された括弧付きの参照符号は、同手段と後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係の一例を示すものである。よって、本発明の技術的範囲は、上記の参照符号の記載によって、何ら限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】実施形態に係る超音波センサの概略構成を示す側断面図である。

【図２】図１に示された制御回路素子の回路構成の一具体例を示す図である。

20

【図３】図２に示された制御回路素子の動作例を示すタイムチャートである。

【図４Ａ】周波数とインピーダンス変化の関係を示すグラフである。

【図４Ｂ】周波数とインピーダンス変化の関係を示すグラフである。

【図５】図１に示された素子支持部の一変形例の概略構成を示す側断面図である。

【図６】図１に示された素子支持部の他の一変形例の概略構成を示す側断面図である。

【図７Ａ】図５および図６に示された素子支持部を用いた場合の制御回路素子の回路構成の一具体例を示す図である。

【図７Ｂ】図５および図６に示された素子支持部を用いた場合の制御回路素子の回路構成の一具体例を示す図である。

【図８】図１に示された素子支持部のさらに他の一変形例の概略構成を示す側断面図である。

30

【図９】図１に示された素子支持部のさらに他の一変形例の概略構成を示す側断面図である。

【図１０】図１に示された素子支持部のさらに他の一変形例の概略構成を示す側断面図である。

【図１１】図１に示された第二電極の一変形例の概略構成を示す側断面図である。

【図１２】図１に示された第二電極の他の一変形例の概略構成を示す側断面図である。

【図１３】図１に示された第二電極のさらに他の一変形例の概略構成を示す側断面図である。

【図１４】図１に示された第二電極のさらに他の一変形例の概略構成を示す側断面図である。

40

【図１５Ａ】図２に示された制御回路素子の回路構成の一変形例を示す図である。

【図１５Ｂ】図７Ａまたは図７Ｂに示された制御回路素子の回路構成の一変形例を示す図である。

【図１６Ａ】図２に示された制御回路素子の回路構成の他の一変形例を示す図である。

【図１６Ｂ】図７Ａまたは図７Ｂに示された制御回路素子の回路構成の他の一変形例を示す図である。

【図１７Ａ】図２に示された制御回路素子の回路構成のさらに他の一変形例を示す図である。

【図１７Ｂ】図７Ａまたは図７Ｂに示された制御回路素子の回路構成のさらに他の一変形

50

例を示す図である。

【図 1 8】図 2 に示された制御回路素子の回路構成のさらに他の一変形例を示す図である。

【図 1 9】図 2 に示された制御回路素子の回路構成のさらに他の一変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 1】

(実施形態)

以下、本発明の実施形態を、図面に基づいて説明する。なお、一つの実施形態に対して適用可能な各種の変形例については、当該実施形態に関する一連の説明の途中に挿入されると当該実施形態の理解が妨げられるおそれがあるため、当該実施形態の説明の後にまとめて記載する。

【0 0 1 2】

(構成)

図 1 は、本実施形態に係る超音波センサ 1 の装着対象が、車両である場合の概略構成を示す。以下、説明の簡略化のため、図 1 における下方向を「第一方向」と称する。第一方向は、図 1 にて矢印 D 1 で示されている。また、図 1 における上方向を、「第二方向」と称する。第二方向は、第一方向とは反対方向であって、図 1 にて矢印 D 2 で示されている。また、対象物を第一方向と平行な視線で見ると「平面視」と称する。さらに、構成要素における第一方向側の端部を「基端部」と称し、第二方向側の端部を「先端部」と称することがある。

【0 0 1 3】

図 1 を参照すると、本実施形態に係る超音波センサ 1 は、車両に装着されることで、当該車両の周囲の物体を検知するように構成されている。すなわち、本実施形態に係る超音波センサ 1 は、車載状態にて、板状の車体部品であるバンパー B に装着されるように構成されている。「車載状態」は、ボデー部品であるバンパー B に装着された「装着状態」とも称され得る。

【0 0 1 4】

バンパー B は、車両の外表面を構成するバンパー外面 B 1 と、その裏面であるバンパー内面 B 2 とを有している。また、バンパー B は、超音波センサ 1 を装着するための貫通孔である取付孔 B 3 を有している。取付孔 B 3 は、バンパー B を図中上下方向に貫通するように形成されている。

【0 0 1 5】

超音波センサ 1 は、超音波マイクロフォン 1 a を備えている。超音波マイクロフォン 1 a は、素子支持部 2 と振動素子 3 とを有している。素子支持部 2 は、機械的振動と電気信号との間の変換機能を有する振動素子 3 を支持するように構成されている。また、超音波センサ 1 は、弾性支持部材 4 と、センサケース 5 と、取付部材 6 と、外側電極 7 と、配線部 8 と、回路基板 9 とを備えている。以下、超音波センサ 1 の構成要素である各部の具体的な構成について説明する。

【0 0 1 6】

素子支持部 2 は、ダイアフラム支持部 2 1 とダイアフラム部 2 2 とを有している。ダイアフラム支持部 2 1 は、第一方向と平行な軸方向を有する略円筒形状に形成されている。すなわち、超音波センサ 1 は、図中上下方向と平行な中心軸を有する略円柱形状に形成されている。以下、説明の簡略化のため、図中上下方向を単に「軸方向」と称する。

【0 0 1 7】

ダイアフラム支持部 2 1 における基端部には、第一方向に向かって開口する開口部が設けられている。一方、ダイアフラム支持部 2 1 における先端部は、ダイアフラム部 2 2 によって閉塞されている。すなわち、素子支持部 2 は、軸方向における一端部がダイアフラム部 2 2 によって閉塞された有底筒状に形成されている。また、素子支持部 2 の内側には、略円柱状の空間が形成されている。この空間内には、シリコーンゴム等の防振材が充填

されている。

【0018】

ダイアフラム部22は、ダイアフラム支持部21における先端部を閉塞するように設けられた略円板状の部分であって、径方向における外縁部を固定端として軸方向に沿って振動可能に形成されている。「径方向」とは、軸方向と直交する方向であって、ダイアフラム支持部21の中心軸から放射状に伸びる方向である。すなわち、ダイアフラム部22は、径方向における外縁部がダイアフラム支持部21によって支持されることで、径方向における中央部が軸方向に沿って移動する態様で振動する、振動板部として設けられている。素子支持部2は、車載状態にて、取付孔B3にダイアフラム部22が挿入されるとともに、ダイアフラム支持部21が取付孔B3から第一方向に延出するように設けられている。

10

【0019】

ダイアフラム部22は、第一方向側の主面である内表面23と、第二方向側の主面である外表面24とを有している。「主面」とは、板状部材または板状部分における、厚さ方向と直交する表面をいう。すなわち、ダイアフラム部22は、軸方向に厚さ方向を有する板状部として形成されている。内表面23と外表面24とは、ダイアフラム部22における表裏面を構成するように、互いに平行に設けられている。内表面23は、素子支持部2の内側に形成された略円柱状の空間に面するように設けられている。外表面24には、腐食防止のための下地塗装膜と、バンパー外面B1と同色の塗装膜とを含む、絶縁性の被膜25が設けられている。

20

【0020】

ダイアフラム支持部21における側面すなわち円柱面状の外周面には、係合溝26が形成されている。係合溝26は、弾性支持部材4を介して素子支持部2をセンサケース5に支持する際に用いられる角溝であって、ダイアフラム支持部21における周方向の全体にわたって設けられている。「周方向」とは、軸方向と直交する仮想平面とダイアフラム支持部21の中心軸との交点を中心とした、当該仮想平面内の円の、円周方向である。

【0021】

本実施形態においては、素子支持部2は、アルミニウム製の金属部材として形成されている。すなわち、素子支持部2は、アルミニウムによって継ぎ目なく一体に構成されている。具体的には、アルミニウム製のダイアフラム支持部21と、アルミニウム製のダイアフラム部22とは、ダイアフラム部22の径方向における外縁部およびダイアフラム支持部21の第二方向側の端部にて、互いに継ぎ目なく結合されている。

30

【0022】

振動素子3は、内表面23側にて、ダイアフラム部22に固定的に支持されている。本実施形態においては、振動素子3は、ダイアフラム部22における内表面23に対して、導電性接着剤により貼着されている。本実施形態においては、振動素子3は、いわゆる圧電素子としての構成を有している。具体的には、振動素子3は、圧電体30と、駆動電極31と、基準電極32とを備えている。

【0023】

圧電体30は、軸方向に厚さ方向を有する板状あるいは膜状の部材であって、圧電セラミック等の圧電材料によって形成されている。駆動電極31および基準電極32は、導体金属膜によって形成されている。駆動電極31は、圧電体30における一方の主面すなわち図中下側の主面に設けられている。基準電極32は、圧電体30における他方の主面すなわち図中上側の主面に設けられている。すなわち、振動素子3は、駆動電極31と、圧電体30と、基準電極32とを、この順に積層することによって形成されている。

40

【0024】

基準電極32は、ダイアフラム部22とほぼ同電位となるように、ダイアフラム部22と電氣的に接続されている。具体的には、本実施形態においては、基準電極32は、導電性接着剤を介してダイアフラム部22に接合されている。すなわち、基準電極32は、接地された素子支持部2の一部分を構成するダイアフラム部22と導電性接着剤を介して電

50

氣的に接続されることで、接地されるようになっている。このように、超音波マイクロフォン1aに設けられ第一電極を構成する素子支持部2は、振動素子3を構成するとともにダイアフラム部22に固定的に支持された電極層である基準電極32と電氣的に接続されている。

【0025】

振動素子3は、駆動電極31と基準電極32すなわちダイアフラム部22との間の電圧に応じて圧電体30が変形することでダイアフラム部22を軸方向に変形させ、ダイアフラム部22が受けた軸方向の応力が振動素子3に伝わることでその応力に応じて駆動電極31と基準電極32すなわちダイアフラム部22との間に電圧が発生するように構成されている。また、超音波マイクロフォン1aは、軸方向と平行な指向軸を有するように構成されている。

10

【0026】

すなわち、振動素子3における一对の電極をなす駆動電極31および基準電極32は、駆動信号が印加されることで圧電体30を超音波振動させるように設けられている。駆動信号は、振動素子3を駆動するための電気信号であって、具体的には矩形波状の電圧信号をトランスフォーマすなわち昇圧器によって昇圧した、正弦波状の電圧信号である。また、駆動電極31および基準電極32は、ダイアフラム部22の振動によって振動素子3にて発生した電圧信号である出力信号を出力するように設けられている。すなわち、本実施形態においては、超音波センサ1は、いわゆる送受信兼用の構成を有している。

【0027】

20

素子支持部2を弾性的に支持する弾性支持部材4は、素子支持部2とバンパーBとの間の振動伝播、および素子支持部2とセンサケース5との間の振動伝播を抑制するように設けられている。具体的には、弾性支持部材4は、ゴム弾性および非導電性を有する略円筒状の部材であって、シリコンゴム等によって継ぎ目なく一体に形成されている。弾性支持部材4は、軸方向に沿った中心軸を有するように設けられている。

【0028】

弾性支持部材4は、支持筒部41と基部42とを有している。支持筒部41は、弾性支持部材4の先端側すなわち第二方向側の部分であって、素子支持部2を収容しつつ弾性的に支持するように構成されている。基部42は、弾性支持部材4の基端側すなわち第一方向側の部分であって、センサケース5に固定されている。

30

【0029】

支持筒部41の先端部は、車載状態にて、取付孔B3に挿入されつつ、バンパーBにおける取付孔B3の内周面と素子支持部2の側面との間に挟持されている。支持筒部41の内周面における基端側には、径方向における内側に向かって突出する係合突起43が設けられている。係合突起43は、係合溝26と係合するように形成されている。

【0030】

基部42の外周面における基端部には、径方向における外側に突出する固定突起44が設けられている。また、基部42の外周面における、軸方向について固定突起44に隣接する位置には、固定溝45が設けられている。固定突起44および固定溝45は、周方向に延設されている。

40

【0031】

弾性支持部材4を保持するセンサケース5は、超音波センサ1のケーシングを構成する部材であって、ポリブチレンテレフタレート等の硬質な絶縁性合成樹脂によって一体に形成されている。具体的には、センサケース5の主要部分をなすケース本体部51は、基板収容部52と突出部53とを有している。基板収容部52と突出部53とは、継ぎ目なく一体に形成されている。

【0032】

基板収容部52は、第一方向に向かって開口するバスタブ状に形成されている。突出部53は、軸方向と平行な中心軸を有する略円筒状の部分であって、基板収容部52から軸方向に沿って突設されている。ケース本体部51は、基板収容部52の内側の空間と突出

50

部 5 3 の内側の空間とが互いに連通するように形成されている。

【0033】

突出部 5 3 は、先端部にて弾性支持部材 4 を保持するように構成されている。具体的には、突出部 5 3 の内周面における先端部には、弾性支持部材 4 における固定突起 4 4 と係合する支持溝 5 4 と、弾性支持部材 4 における固定溝 4 5 と係合する支持突起 5 5 とが設けられている。

【0034】

取付部材 6 は、車載状態にてバンパー B およびセンサケース 5 に固定されることで、超音波センサ 1 をバンパー B に保持するように構成されている。具体的には、取付部材 6 は、保持部 6 1 とフランジ部 6 2 とを有している。

10

【0035】

保持部 6 1 は、センサケース 5 における突出部 5 3 と弾性支持部材 4 とを囲む略円筒形状に形成されている。フランジ部 6 2 は、保持部 6 1 の先端部から、径方向における外側に向かって延設されている。フランジ部 6 2 は、径方向における外側の部分にて、両面テープ等の不図示の粘着層によりバンパー内面 B 2 に固定されるようになっている。

【0036】

第二電極を構成する外側電極 7 は、超音波マイクロフォン 1 a の指向軸と交差する面内方向について、第一電極を構成する素子支持部 2 とは異なる位置に設けられている。「面内方向」は、典型的には、上記の径方向とほぼ同義である。すなわち、外側電極 7 は、平面視にて、本実施形態において第一電極を構成する素子支持部 2 の、径方向における外側に設けられている。また、外側電極 7 は、素子支持部 2 の近傍に設けられている。

20

【0037】

外側電極 7 は、車載状態にてバンパー B に沿って設けられた沿面電極部 7 1 と、車載状態にて素子支持部 2 の側面に沿って設けられた筒面電極部 7 2 とを有している。沿面電極部 7 1 および筒面電極部 7 2 は、導体膜、具体的には金属薄膜によって形成されている。

【0038】

沿面電極部 7 1 は、バンパー B における第一方向側の表面であるバンパー内面 B 2 に沿って設けられている。具体的には、沿面電極部 7 1 は、フランジ部 6 2 における、バンパー内面 B 2 と対向する表面に固定されている。沿面電極部 7 1 は、フランジ部 6 2 における径方向における内側の部分に対応して設けられている。本実施形態においては、沿面電極部 7 1 は、平面視にて略リング状に形成されている。

30

【0039】

筒面電極部 7 2 は、ダイアフラム支持部 2 1 に沿って、軸方向に延設されている。筒面電極部 7 2 は、保持部 6 1 における円筒面状の内周面に固定されている。筒面電極部 7 2 は、保持部 6 1 の先端部に対応して設けられている。本実施形態においては、筒面電極部 7 2 は、円筒状に形成されている。

【0040】

上記の通り、本実施形態においては、外側電極 7 は、取付部材 6 に設けられている。具体的には、外側電極 7 は、取付部材 6 の内面側に設けられている。また、本実施形態においては、筒面電極部 7 2 の先端部は、沿面電極部 7 1 の径方向における内縁部と結合されている。すなわち、沿面電極部 7 1 と筒面電極部 7 2 とは、継ぎ目なく一体に形成されている。

40

【0041】

配線部 8 は、超音波マイクロフォン 1 a および外側電極 7 と、回路基板 9 とを電氣的に接続するように設けられている。配線部 8 における回路基板 9 側の部分は、ケース本体部 5 1 の内側に収容されている。なお、ケース本体部 5 1 の内側の、配線部 8 と回路基板 9 とを収容した空間には、絶縁性が高く、低誘電率であり、化学的に安定であり、耐候性を有する、シリコーンゴム等の封止樹脂 R が充填されている。

【0042】

具体的には、配線部 8 は、駆動電極線 8 1 と、基準電極線 8 2 と、第二電極線 8 3 とを

50

有している。駆動電極線 8 1 の一端は、振動素子 3 における駆動電極 3 1 と電氣的に接続されている。駆動電極線 8 1 の他端は、コネクタ 8 4 を介して、回路基板 9 と電氣的に接続されている。基準電極線 8 2 の一端は、素子支持部 2、具体的にはダイアフラム支持部 2 1 と電氣的に接続されている。基準電極線 8 2 の他端は、コネクタ 8 4 を介して、回路基板 9 と電氣的に接続されている。第二電極線 8 3 の一端は、外側電極 7 と電氣的に接続されている。第二電極線 8 3 の他端は、コネクタ 8 4 を介して、回路基板 9 と電氣的に接続されている。

【0043】

回路基板 9 は、基板収容部 5 2 に収容されている。回路基板 9 には、温度センサ 9 1 と制御回路素子 9 2 とを含む、複数の回路要素が実装されている。温度センサ 9 1 は、環境温度に対応する出力を発生するように設けられている。「環境温度」とは、超音波センサ 1 の周囲の外気温に対応する温度である。

10

【0044】

制御回路素子 9 2 は、ASIC または CPU であって、超音波センサ 1 の動作を制御するように設けられている。ASIC は Application Specific Integrated Circuit の略である。CPU は Central Processing Unit の略である。

【0045】

図 2 を参照すると、第一電極を構成する素子支持部 2 と、外側電極 7 とによって、静電容量 C 1 が形成されている。この静電容量 C 1 は、振動素子 3 と並列に設けられている。

【0046】

20

本発明の検知部を構成する制御回路素子 9 2 は、ASIC または CPU 上にて実現される機能上の構成として、信号授受部 9 2 a と、インピーダンス取得部 9 2 b と、制御部 9 2 c とを有している。

【0047】

信号授受部 9 2 a は、駆動信号および出力信号を含む電気信号を振動素子 3 との間で授受するように、駆動電極 3 1 および基準電極 3 2 と電氣的に接続されている。すなわち、信号授受部 9 2 a は、駆動信号を振動素子 3 に入力するとともに、振動素子 3 からの出力信号を受信するように設けられている。インピーダンス取得部 9 2 b は、素子支持部 2 と外側電極 7 との間のインピーダンスを取得するように設けられている。

【0048】

30

制御部 9 2 c は、温度センサ 9 1 と電氣的に接続されている。また、制御部 9 2 c は、信号授受部 9 2 a およびインピーダンス取得部 9 2 b との間で信号授受可能に設けられている。すなわち、制御部 9 2 c は、信号授受部 9 2 a の動作を制御することで、超音波マイクロフォン 1 a における超音波の送受信動作を制御するようになっている。また、制御部 9 2 c は、インピーダンス取得部 9 2 b にて取得したインピーダンス変化に伴う静電容量 C 1 の変化に基づいて、外表面 2 4 側から超音波センサ 1 に付着した付着物 S の有無を検知するように設けられている。具体的には、制御部 9 2 c は、温度センサ 9 1 の出力と静電容量 C 1 の変化とに基づいて、付着物 S の有無を検知するように構成されている。

【0049】

制御部 9 2 c は、所定の物体検知条件が成立した場合に、超音波センサ 1 の周囲の物体を検知する物体検知動作を実行するようになっている。物体検知条件には、例えば、超音波センサ 1 を搭載した車両におけるシフトポジションが走行可能ポジションであること、同車両の車速が所定値未満であること、等が含まれる。また、制御部 9 2 c は、物体検知動作が行われていないタイミングで、インピーダンス取得部 9 2 b による付着物 S の有無の検知を実行するようになっている。

40

【0050】

さらに、制御部 9 2 c は、温度センサ 9 1 の出力によって取得された環境温度を考慮して、付着物 S の有無を検知するように構成されている。具体的には、制御部 9 2 c は、ドライバ回路 9 7 における出力周波数 f を設定するようになっている。また、制御部 9 2 c は、所定の基準温度例えば摂氏 18 度におけるリファレンスデータと、温度センサ 9 1 の

50

出力によって取得された環境温度とに基づいて、静電容量変化を補正するようになっている。さらに、制御部 92c は、補正後の静電容量変化 ΔC が閾値 $\Delta C_{th}(f)$ を超えた場合に、付着物 S の付着を判定するようになっている。閾値 $\Delta C_{th}(f)$ は、出力周波数 f に応じて異なる値であって、出力周波数 f と閾値 $\Delta C_{th}(f)$ との関係を規定するルックアップテーブルまたはマップが予め格納されている。

【0051】

信号授受部 92a は、超音波送信回路 95 と、反射波受信回路 96 とを有している。インピーダンス取得部 92b は、ドライバ回路 97 とレシーバ回路 98 とを有している。

【0052】

超音波送信回路 95 は、振動素子 3 に駆動信号を入力することで、振動素子 3 にて超音波帯域の探査波の発信動作を実行させるように構成されている。反射波受信回路 96 は、超音波センサ 1 の周囲に存在する物体による探査波の反射波によってダイアフラム部 22 が励振されることによって振動素子 3 にて発生する出力信号を受信して、増幅等の処理を実行するように構成されている。超音波送信回路 95 および反射波受信回路 96 の具体的な回路構成は周知であるので、本明細書においては、これ以上の説明は省略する。

【0053】

ドライバ回路 97 およびレシーバ回路 98 は、外側電極 7 と電氣的に接続されている。ドライバ回路 97 は、付着物 S を含む素子支持部 2 と外側電極 7 との間のインピーダンス取得のための交流電源電圧を出力するように設けられている。また、ドライバ回路 97 は、交流電源電圧の出力周波数を可変に構成されている。レシーバ回路 98 は、周知の積分回路等を有していて、素子支持部 2 と外側電極 7 との間のインピーダンスに対応する出力を発生するように構成されている。インピーダンスの取得すなわち測定の原理、並びにドライバ回路 97 およびレシーバ回路 98 の具体的な回路構成は周知であるので、本明細書においては、これ以上の説明は省略する。

【0054】

(動作概要)

以下、本実施形態の構成による動作の概要について、同構成による効果とともに、各図面を参照しつつ説明する。図 3 は、超音波センサ 1 の例示的な一動作例に対応するタイムチャートである。

【0055】

図 3 を参照すると、時刻 t_0 にて車両のイグニッションスイッチが ON された後、時刻 t_1 にて物体検知条件が成立するまでの間は、超音波センサ 1 からの探査波の発信も、超音波センサ 1 による反射波の受信も行われない。時刻 t_1 にて物体検知条件が成立すると、超音波センサ 1 からの探査波の発信と、超音波センサ 1 による反射波の受信とが、交互に行われる。その後、車速が上昇することで、時刻 t_2 にて物体検知条件が成立しなくなると、探査波の発信および反射波の受信が停止される。さらにその後、停車のために車速が低下することで、時刻 t_3 にて物体検知条件が成立すると、探査波の発信および反射波の受信が再開される。

【0056】

本実施形態においては、付着物検知動作、すなわち、超音波センサ 1 に対する付着物 S の有無の検知動作は、物体検知条件が成立して物体検知動作が行われているタイミングである時刻 $t_1 \sim t_2$ 間に行われない。同様に、付着物検知動作は、時刻 t_3 以降は、物体検知条件が再度不成立となるまで行われない。

【0057】

一方、付着物検知動作は、物体検知動作が行われていないタイミング、すなわち、発信モードでも受信モードでもないタイミングである、時刻 $t_0 \sim t_1$ 間の時刻 t_a 、および／または、 $t_2 \sim t_3$ 間の時刻 t_b にて行われる。「発信モード」とは、振動素子 3 を駆動する駆動信号の振動素子 3 への入力が行われている動作モードである。「受信モード」とは、振動素子 3 からの出力信号に基づく当該超音波センサ 1 の周囲の物体検知動作を行う動作モードである。すなわち、本実施形態においては、探査波の発信が行われておらず

、且つ、受信派の受信も行われていないタイミングで、付着物検知動作が実行される。これにより、良好な物体検知精度を維持しつつ、付着物検知を行うことが可能となる。

【0058】

図1を参照すると、典型的には、超音波センサ1は、第一方向D1および第二方向D2が車高方向と略直交するように、バンパーBに装着される。このため、素子支持部2の外表面24側から超音波センサ1に付着した付着物Sに作用する重力の、ダイアフラム部22の振動方向と平行な成分は、ほとんど生じない。したがって、素子支持部2と振動素子3とによって構成されるマイクロフォンにおける、機械的振動の等価回路のインピーダンスは、付着物Sの有無によってはほとんど変化しない。さらに、付着物Sが雪、水等の軽量物である場合も、機械的振動の等価回路のインピーダンスは、付着物Sの有無によっ

10

【0059】

この点、本実施形態の構成においては、素子支持部2と外側電極7との間に、静電容量C1が形成される。この静電容量C1は、素子支持部2における外表面24側からの、超音波センサ1への付着物Sの付着の有無に応じて変化する。このため、制御部92cは、素子支持部2と外側電極7との間の静電容量C1の変化に基づいて、付着物Sの有無を検知することが可能である。

【0060】

かかる構成によれば、素子支持部2の外表面に付着した付着物Sに作用する重力の、ダイアフラム部22の振動方向と平行な成分がほとんど生じなくても、付着物Sの付着の有無を、精度よく検知することが可能となる。また、かかる構成によれば、付着物Sが雪、水等の軽量物である場合であっても、付着物Sの付着の有無を、精度よく検知することが可能となる。

20

【0061】

ところで、超音波センサ1に対する付着物Sの付着物検知方式として、電極間の抵抗値を利用したものが考えられる。しかしながら、かかる方式は、電極の酸化、周囲の人間の感電防止、意匠上の問題、等のため、採用が困難である。實際上、本実施形態のように、超音波マイクロフォン1aの表面には、腐食防止等のために、絶縁性の被膜25が形成されることが通常である。

【0062】

この点、本実施形態の構成においては、制御部92cは、素子支持部2と外側電極7との間の静電容量C1の変化に基づいて、付着物Sの有無を検知する。したがって、かかる構成によれば、超音波マイクロフォン1aの表面に絶縁性の被膜25が形成されている場合であっても、付着物Sの付着の有無を精度よく検知することが可能となる。

30

【0063】

また、超音波センサ1に対する付着物Sの付着物検知方式として、残響時間を利用したものが、従来知られている。しかしながら、かかる方式においては、気温変化、天候変化、等の気候変動により、検知精度に影響が生じる場合がある。

【0064】

この点、本実施形態の構成においては、制御部92cは、温度センサ91の出力によって取得された環境温度を考慮して、付着物Sの有無を検知する。したがって、かかる構成によれば、気候変動にかかわらず、付着物Sの付着の有無を精度よく検知することが可能となる。

40

【0065】

本実施形態の構成においては、第一電極を構成する素子支持部2は、ダイアフラム支持部21とダイアフラム部22とを一体に成形した金属部材として形成されている。また、素子支持部2は、振動素子3における基準電極32と電気的に接続されている。したがって、かかる構成によれば、良好な感度の付着物Sの検知が、可及的に簡易な構造によって実現され得る。

【0066】

50

本実施形態の構成においては、外側電極 7 は、超音波センサ 1 の構成部品である取付部材 6 に設けられている。このため、外側電極 7 を設置するための特別な作業工程は、不要である。したがって、かかる構成によれば、従来の超音波センサと同様のセンサ装着工程により、付着物 S の検知のための構成が実現される。

【0067】

本実施形態の構成においては、外側電極 7 は、沿面電極部 7 1 と筒面電極部 7 2 とを有している。筒面電極部 7 2 は、ダイヤフラム支持部 2 1 に沿って配置されている。換言すれば、第一電極を構成する素子支持部 2 におけるダイヤフラム支持部 2 1 と、第二電極を構成する筒面電極部 7 2 との間には、ダイヤフラム支持部 2 1 と支持筒部 4 1 とが対向する部分、および、支持筒部 4 1 と保持部 6 1 とが対向する部分が設けられている。したがって、かかる構成によれば、付着物 S が水等の流体であって、外表面 2 4 上に存在せずに、ダイヤフラム支持部 2 1 と支持筒部 4 1 との間、または支持筒部 4 1 と保持部 6 1 との間に侵入した場合であっても、付着物 S を良好に検知することが可能となる。

10

【0068】

図 4 A および図 4 B は、ドライバ回路 9 7 における出力周波数 f を変化させたときの、素子支持部 2 と外側電極 7 との間のインピーダンス変化を示す。図 4 A および図 4 B において、破線は付着物 S の付着前のインピーダンス測定結果を示し、実線は付着物 S として水が付着した場合のインピーダンス測定結果を示す。

【0069】

図 4 A に示されているように、高周波数領域、具体的には 100 kHz 以上の周波数領域においては、付着物 S の付着によるインピーダンス変化が小さいため、付着物検知精度が低い。一方、かかる周波数領域においては、初期のインピーダンスが低いため、ノイズの影響を受けにくい。

20

【0070】

これに対し、図 4 B に示されているように、低周波数領域、具体的には 100 kHz 未満の周波数領域においては、付着物 S の付着によるインピーダンス変化が大きい。また、かかる周波数領域においては、付着物 S におけるインダクタンス成分が無視できる。このため、かかる周波数領域においては、付着物検知精度が高い。但し、かかる周波数領域においては、初期のインピーダンスが高いため、ノイズの影響を受けやすい。

【0071】

30

したがって、高周波数領域、具体的には 100 kHz 以上の周波数領域に含まれる第一周波数による第一インピーダンス変化と、低周波数領域、具体的には 100 kHz 未満の周波数領域に含まれる第二周波数による第二インピーダンス変化とに基づいて、付着物検知を行うことが好適である。具体的には、例えば、第一周波数 f_1 にて静電容量変化 $\Delta C(f_1)$ が閾値 $\Delta C_{th}(f_1)$ を超えるか、または、第二周波数 f_2 にて静電容量変化 $\Delta C(f_2)$ が閾値 $\Delta C_{th}(f_2)$ を超えた場合に、付着物 S の付着が判定され得る。これにより、付着物 S の付着の有無を、よりいっそう精度よく検知することが可能となる。

【0072】

(変形例)

本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。故に、上記実施形態に対しては、適宜変更が可能である。以下、代表的な変形例について説明する。以下の変形例の説明においては、上記実施形態との相違点を主として説明する。また、上記実施形態と変形例とにおいて、互いに同一または均等である部分には、同一符号が付されている。したがって、以下の変形例の説明において、上記実施形態と同一の符号を有する構成要素に関しては、技術的矛盾または特段の追加説明なき限り、上記実施形態における説明が適宜援用され得る。

40

【0073】

超音波センサ 1 の装着対象は、バンパー B に限定されない。すなわち、例えば、超音波センサ 1 は、車両のボディパネルに装着され得る。この場合、沿面電極部 7 1 は、ボディパネルに沿って設けられ得る。

50

【0074】

超音波センサ1の装着対象は、車両に限定されない。すなわち、例えば、超音波センサ1は、工場等に設けられる搬送機、農業機器（例えば耕耘機等）、小型航空機、等にも装着され得る。

【0075】

超音波センサ1は、いわゆる送受信兼用の構成に限定されない。すなわち、探査波の発信専用の超音波センサ1と、反射波の受信専用の超音波センサ1とが、別々に車両に搭載され得る。本発明は、このような場合であっても、良好に適用され得る。

【0076】

上記実施形態においては、素子支持部2の全体が、金属部材として一体に形成されていた。しかしながら、本発明は、かかる構成に限定されない。具体的には、例えば、素子支持部2は、導電性合成樹脂によって一体に形成されていてもよい。かかる構成においても、素子支持部2の全体が、第一電極として機能する。

【0077】

上記実施形態においては、素子支持部2の全体が、第一電極として機能するように構成されていた。しかしながら、本発明は、かかる構成に限定されない。具体的には、例えば、ダイアフラム支持部21は、絶縁性合成樹脂によって形成されていてもよい。すなわち、合成樹脂製のダイアフラム支持部21の先端部に、第一電極として機能する金属製の板状部材であるダイアフラム部22が装着されていてもよい。逆に、ダイアフラム部22は、絶縁性合成樹脂によって形成されていてもよい。すなわち、第一電極として機能する金属製のダイアフラム支持部21の先端部に、絶縁性合成樹脂製の板状部材であるダイアフラム部22が装着されていてもよい。

【0078】

素子支持部2の全体が、絶縁性合成樹脂部材として一体に形成されていてもよい。この場合、図5および図6に示されているように、基準電極32は、圧電体30における駆動電極31が設けられた主面に一部が露出するように設けられて得る。

【0079】

かかる構成によれば、駆動電極31と基準電極32とが、圧電体30における同一主面側にて、第一方向に露出する。このため、駆動電極31と駆動電極線81との電気的接続部と、基準電極32と基準電極線82との電気的接続部とを、圧電体30における同一主面側に設けることができる。したがって、かかる構成によれば、振動素子3に対する配線の電気的接続が、良好に行われ得る。

【0080】

図5および図6に示されているように、素子支持部2の全体が絶縁性合成樹脂部材として一体に形成されている場合、素子支持部2には、第一電極を構成する内側電極201が設けられ得る。内側電極201は、例えば、金属または導電性合成樹脂によって形成され得る。

【0081】

内側電極201は、ダイアフラム支持部21またはダイアフラム部22に設けられ得る。具体的には、例えば、図5に示されているように、内側電極201は、ダイアフラム支持部21の上端部またはダイアフラム部22の外縁部に設けられた、リング状電極であってもよい。かかるリング状電極は、素子支持部2の内部に埋設されていてもよいし、素子支持部2の外部に露出するように設けられていてもよい。

【0082】

あるいは、例えば、内側電極201は、ダイアフラム支持部21に設けられた円筒状電極であってもよい。かかる円筒状電極は、素子支持部2の内部に埋設されていてもよいし、素子支持部2の外部に露出するように設けられていてもよい。

【0083】

あるいは、例えば、内側電極201は、図6に示されているように、ダイアフラム部22における内表面23の少なくとも外縁部に設けられた導体膜であってもよい。図6に示

10

20

30

40

50

された導体膜は、典型的には、導体金属膜によって形成されている。

【0084】

図1に示された上記実施形態においては、第一電極を構成する素子支持部2は、装置構成上でも、回路構成上でも、基準電極32と一体化されていた。これに対し、図5および図6に示された構成においては、内側電極201は、装置構成上でも、回路構成上でも、基準電極32とは別体化されている。この場合、内側電極201が接地されていても、これに伴って基準電極32が間接的に接地されるとは限らない。

【0085】

具体的には、図7Aに示されているように、内側電極201を接地するとともに、基準電極32も接地することが可能である。この場合、図2と同様の回路構成が実現される。10
なお、図7Aにおいては、図示の簡略化のため、図2における信号授受部92a等の図示が省略されているものとする。後述する図7B等においても同様である。

【0086】

これに対し、図7Bに示されているように、内側電極201を接地する一方で、基準電極32を接地しないようにすることが可能である。すなわち、内側電極201は、振動素子3を構成するとともにダイアフラム部22に固定的に支持された電極層である基準電極32と電氣的に絶縁されつつ接地され得る。

【0087】

かかる構成によれば、超音波送信回路95と反射波受信回路96とを完全に差動化することで、コモンモードノイズ等のノイズをアンプが増幅することによるS/N比の低下を20
良好に抑制することができる。また、内側電極201を接地することで、超音波マイクロフォン1aの筐体をなす素子支持部2に電磁シールドを設けることができ、超音波センサ1のノイズに対するロバストネスが向上する。具体的には、EMC耐力およびESD耐力の低下を良好に抑制することができる。EMCはElectromagnetic Compatibilityの略である。ESDはElectrostatic Dischargeの略である。すなわち、かかる構成によれば、物体検知動作における良好なS/N比、EMC耐力、およびESD耐力を実現しつつ、付着物Sの付着の有無をよりいっそう精度よく検知することが可能となる。

【0088】

ダイアフラム部22における内表面上に設けられた基準電極32は、第一電極として用いることが可能である。図5および図6に示されている内側電極201に代えて、基準電極32を第一電極として用いた構成を、図8および図9に示す。30

【0089】

図8は、図5および図6に示されている構成から内側電極201を省略した構成に対応する。図9は、基準電極32を、圧電体30における駆動電極31が設けられた主面に露出させない一方で、ダイアフラム部22の内表面23上に圧電体30よりも広い面積で設けた構成に対応する。図9に示された構成においては、駆動電極31および基準電極32を、可及的に広い面積で設けることが可能となる。したがって、かかる構成によれば、超音波センサ1における物体検知感度と付着物検知感度とが、可及的に向上され得る。

【0090】

図10に示されているように、ダイアフラム部22が金属板であって、且つ、圧電体30の両面に基準電極32が設けられる場合があり得る。この場合、ダイアフラム部22と基準電極32との間には、絶縁層303が設けられる。絶縁層303は、典型的には、絶縁性接着剤層によって形成され得る。40

【0091】

かかる構成においては、第一電極を構成する素子支持部2と基準電極32とが、良好に電氣的に絶縁され得る。したがって、かかる構成によれば、図7Bの回路構成による効果が得られる。すなわち、かかる構成によれば、物体検知動作における良好なS/N比、EMC耐力、およびESD耐力を実現しつつ、付着物Sの付着の有無をよりいっそう精度よく検知することが可能となる。

【0092】

本発明は、外側電極 7 が取付部材 6 の内面側に設けられる構成に限定されない。具体的には、例えば、外側電極 7 は、取付部材 6 の外面側に設けられていてもよい。あるいは、例えば、外側電極 7 は、取付部材 6 の一部として、取付部材 6 と一体化されていてもよい。すなわち、外側電極 7 は、導電性合成樹脂によって形成された、取付部材 6 そのものまたはその一部であってもよい。あるいは、例えば、外側電極 7 は、取付部材 6 の内部に埋設されていてもよい。

【0093】

外側電極 7 は、弾性支持部材 4 に設けられていてもよい。かかる構成においても、外側電極 7 を設置するための特別な作業工程は、不要となる。具体的には、例えば、図 1 1 に示されているように、軸方向に沿った中心軸線を有するリング状または円筒状の外側電極 7 が、絶縁性合成樹脂製の弾性支持部材 4 に埋設されていてもよい。

10

【0094】

あるいは、例えば、弾性支持部材 4 を導電性ゴムによって形成することで、弾性支持部材 4 を第二電極として用いることが可能である。この場合、図 1 における外側電極 7 は、省略され得る。

【0095】

図 1 2 に示されているように、外側電極 7 は、バンパー内面 B 2 に設けられていてもよい。あるいは、外側電極 7 は、バンパー B における取付孔 B 3 の周囲に埋設されていてもよい。あるいは、外側電極 7 は、バンパー B における取付孔 B 3 に面する部分に導電性フィラーを添加することによって形成された、バンパー B の一部であってもよい。

20

【0096】

図 1 3 および図 1 4 に示されているように、沿面電極部 7 1 と筒面電極部 7 2 とは、互いに導通しないように別体に構成されていてもよい。換言すれば、沿面電極部 7 1 と筒面電極部 7 2 とは、それぞれが別個の外側電極 7 として機能するように設けられていてもよい。この場合、制御部 9 2 c は、素子支持部 2 と沿面電極部 7 1 との間の静電容量変化、および、素子支持部 2 と筒面電極部 7 2 との間の静電容量変化に基づいて、付着物 S の有無および付着位置を検知することが可能である。

【0097】

図 1 3 および図 1 4 を参照すると、複数の沿面電極部 7 1 が、周方向に配列されていて、互いに導通しないように設けられていてもよい。この場合、制御部 9 2 c は、複数の沿面電極部 7 1 の各々と素子支持部 2 との間の静電容量変化に基づいて、付着物 S の有無および付着位置を検知することが可能である。

30

【0098】

同様に、複数の筒面電極部 7 2 が、周方向に配列されていて、互いに導通しないように設けられていてもよい。この場合、制御部 9 2 c は、複数の筒面電極部 7 2 の各々と素子支持部 2 との間の静電容量変化に基づいて、付着物 S の有無および付着位置を検知することが可能である。

【0099】

回路構成も、上記具体例に限定されない。具体的には、上記具体例においては、図 2、図 7 A および図 7 B に示されているように、第一電極としての素子支持部 2 または内側電極 2 0 1 は、接地されていた。しかしながら、本発明は、かかる回路構成に限定されない。

40

【0100】

図 1 5 A は、図 1 と同様に、第一電極が素子支持部 2 によって構成される場合を示す。一方、図 1 5 B は、図 5 等と同様に、内側電極 2 0 1 が設けられる場合を示す。後述する図 1 6 A、図 1 6 B 等も同様である。

【0101】

例えば、図 1 5 A および図 1 5 B に示されているように、外側電極 7 が接地されてもよい。この場合、第一電極としての素子支持部 2 または内側電極 2 0 1 には、ドライバ回路 9 7 およびレシーバ回路 9 8 が電氣的に接続される。また、ドライバ回路 9 7 およびレシ

50

ーバ回路 98 は、振動素子 3 における駆動電極 31 と対になって用いられる電極として機能する素子支持部 2、または基準電極 32 と、電氣的に接続される。

【0102】

かかる構成においては、振動素子 3 よりも外側に位置する外側電極 7 の電位は、常時接地電位となる。したがって、かかる構成によれば、超音波センサ 1 のノイズに対するロバストネスが向上する。また、ドライバ回路 97 の出力電圧を、振動素子 3 に印加することが可能となる。すなわち、図 2 に示された超音波送信回路 95 の機能を、ドライバ回路 97 に持たせることが可能となる。したがって、かかる構成によれば、超音波センサ 1 における回路構成の複雑化を可及的に抑制しつつ、付着物検知を行うことが可能となる。

【0103】

図 16A および図 16B に示されているように、第一電極としての素子支持部 2 または内側電極 201 にドライバ回路 97 が電氣的に接続される一方で、外側電極 7 にレシーバ回路 98 が電氣的に接続されてもよい。逆に、図 17A および図 17B に示されているように、第一電極としての素子支持部 2 または内側電極 201 にレシーバ回路 98 が電氣的に接続される一方で、外側電極 7 にドライバ回路 97 が電氣的に接続されてもよい。

【0104】

図 18 は、図 16A の回路構成の一部を変更したものである。同様に、図 19 は、図 17A の回路構成の一部を変更したものである。図 18 および図 19 に示されているように、第一電極としての素子支持部 2 と接地端との間には、スイッチ 991 が設けられていてもよい。すなわち、素子支持部 2 側に設けられた第一電極は、スイッチ 991 が ON の場合に、スイッチ 991 を介して接地されるようになっていてもよい。

【0105】

スイッチ 991 は、図 2 に示された制御部 92c の制御下で、インピーダンス測定が行われないうちに ON される一方で、インピーダンス測定時には OFF される。これにより、インピーダンス測定が行われない期間、典型的には、探査波の発信処理中および反射波の受信処理中にて、素子支持部 2 側に設けられた第一電極が接地される。したがって、かかる構成によれば、超音波センサ 1 のノイズに対するロバストネスが向上する。

【0106】

圧電体 30 は、ダイアフラム部 22 の内表面 23 に対して、導電性接着剤により貼着され得る。これにより、ダイアフラム部 22 それ自体が、圧電素子を構成する一対の電極を構成し得る。すなわち、この場合、基準電極 32 は省略され得る。

【0107】

振動素子 3 は、圧電素子に限定されない。すなわち、例えば、超音波マイクロフォン 1a は、静電容量式マイクロフォンの構成を有していてもよい。

【0108】

温度センサ 91 は、車載通信ネットワークを介して制御回路素子 92 と電氣的に接続されていてもよい。車載通信ネットワークは、CAN（国際登録商標）等の車載 LAN 規格に準拠して構成される。CAN（国際登録商標）は、Controller Area Network の略である。LAN は Local Area Network の略である。あるいは、温度センサ 91 は、制御回路素子 92 に内蔵され得る。

【0109】

本発明は、上記の具体的動作例に限定されない。すなわち、例えば、受信モードは、物体検知条件が成立している間、常時実行されてもよい。また、付着物検知動作は、探査波の発信が行われておらず、且つ、受信派の受信も行われていないタイミングに限定されない。具体的には、例えば、付着物検知動作は、探査波の発信が行われていないタイミングであれば、付着物検知動作中であっても実行され得る。

【0110】

付着物検知動作は、インピーダンス取得部 92b にて行われてもよい。

【0111】

上記の説明において、互いに継ぎ目なく一体に形成されていた複数の構成要素は、互い

10

20

30

40

50

に別体の部材を貼り合わせることによって形成されてもよい。同様に、互いに別体の部材を貼り合わせるによって形成されていた複数の構成要素は、互いに継ぎ目なく一体に形成されてもよい。

【0112】

上記の説明において、互いに同一の材料によって形成されていた複数の構成要素は、互いに異なる材料によって形成されてもよい。同様に、互いに異なる材料によって形成されていた複数の構成要素は、互いに同一の材料によって形成されてもよい。

【0113】

上記実施形態を構成する要素は、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。また、構成要素の個数、数値、量、範囲等の数値が言及されている場合、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合等を除き、その特定の数に本発明が限定されることはない。同様に、構成要素等の形状、方向、位置関係等が言及されている場合、特に必須であると明示した場合および原理的に特定の形状、方向、位置関係等に限定される場合等を除き、その形状、方向、位置関係等に本発明が限定されることはない。

10

【0114】

変形例も、上記の例示に限定されない。また、複数の変形例が、互いに組み合わせられ得る。更に、上記実施形態の全部または一部と、任意の変形例の全部または一部とが、互いに組み合わせられ得る。

20

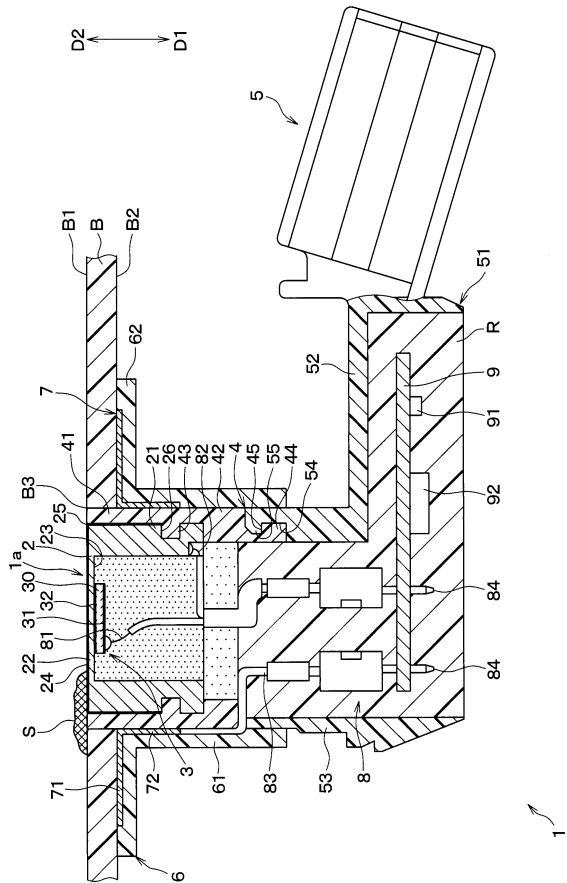
【符号の説明】

【0115】

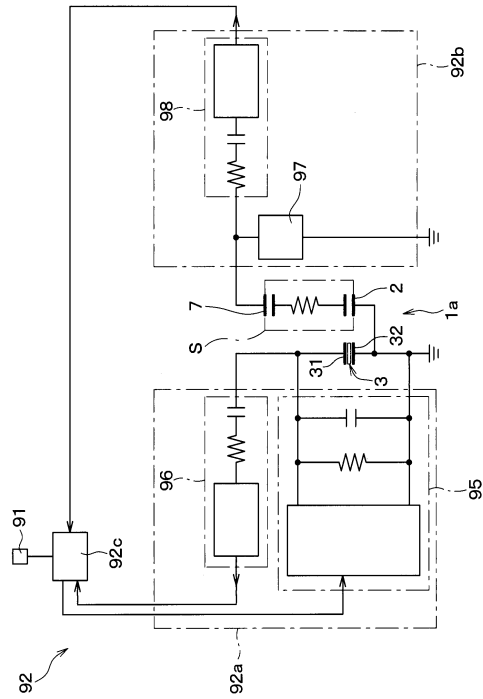
- 1 超音波センサ
- 1 a 超音波マイクロフォン
- 2 素子支持部（第一電極）
- 2 1 ダイアフラム支持部
- 2 2 ダイアフラム部
- 2 0 1 内側電極（第一電極）
- 3 振動素子
- 7 外側電極（第二電極）
- 9 2 制御回路素子
- B バンパー
- S 付着物

30

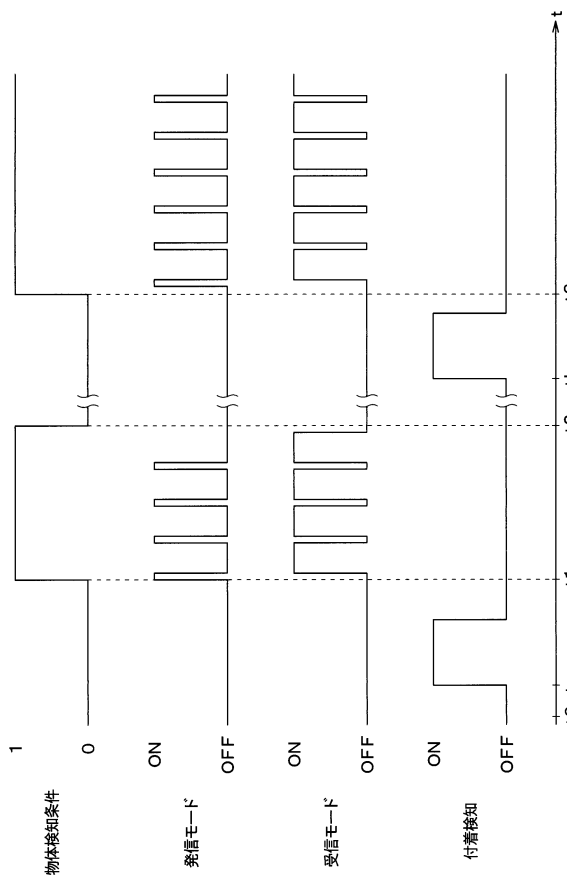
【図 1】



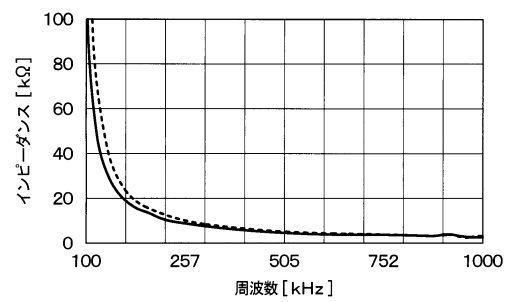
【図 2】



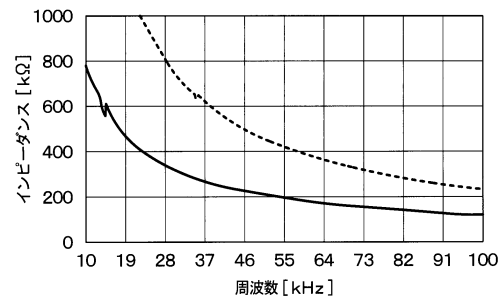
【図 3】



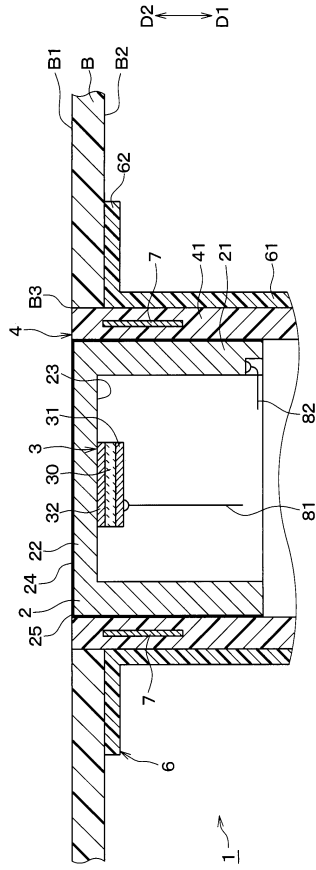
【図 4 A】



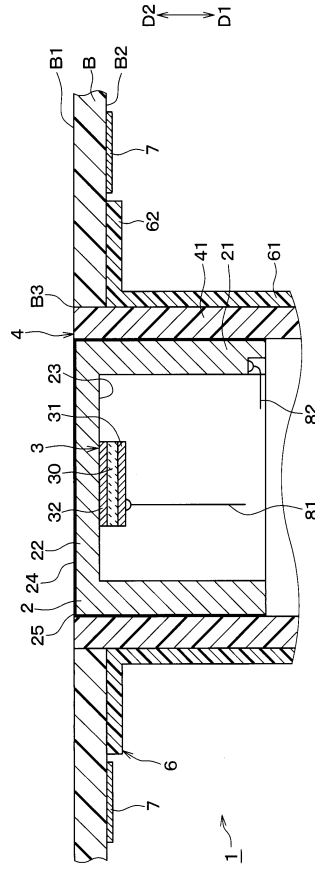
【図 4 B】



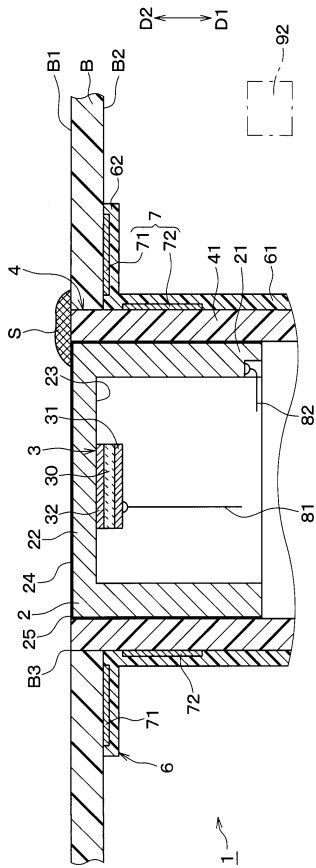
【図 1 1】



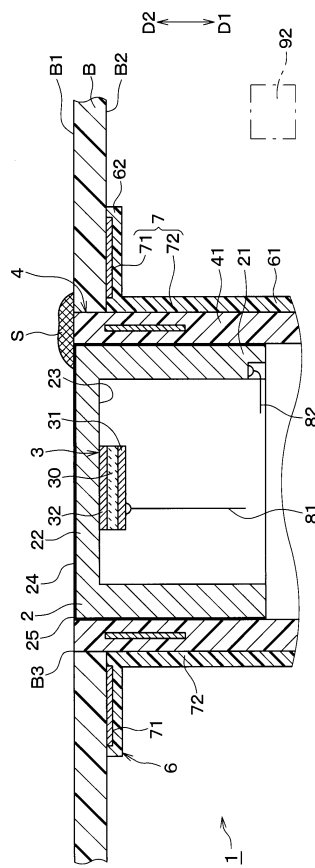
【図 1 2】



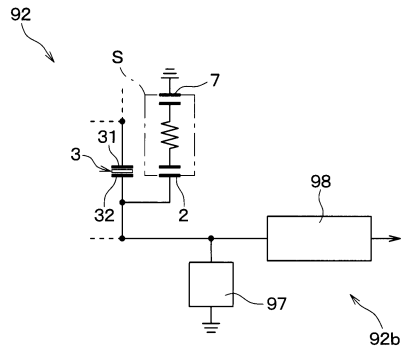
【図 1 3】



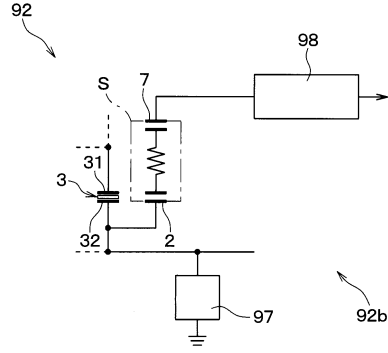
【図 1 4】



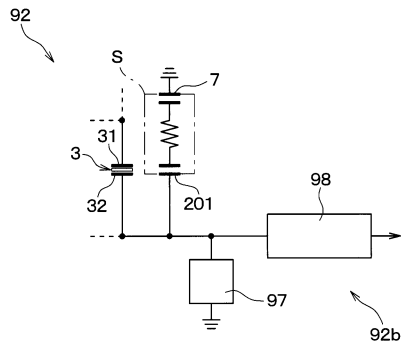
【図 15 A】



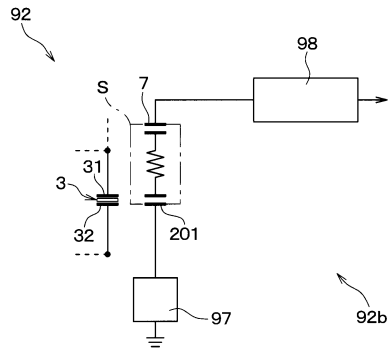
【図 16 A】



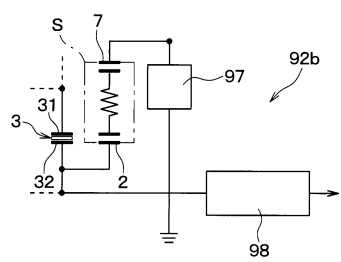
【図 15 B】



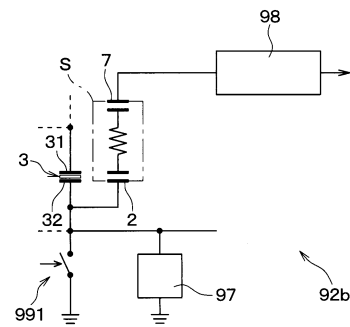
【図 16 B】



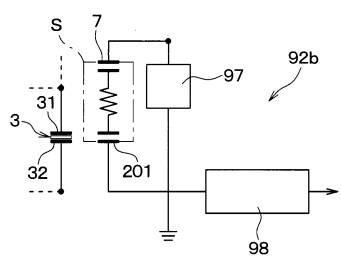
【図 17 A】



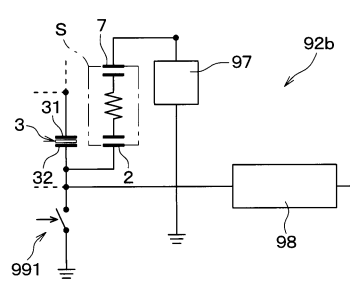
【図 18】



【図 17 B】



【図 19】



フロントページの続き

(72)発明者 野呂 寛

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 西村 純

(56)参考文献 特開2013-242172 (JP, A)

特開2017-166920 (JP, A)

特開昭61-075251 (JP, A)

米国特許出願公開第2009/0211360 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 1/00-31/00

G01S 7/52- 7/64